

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"
Приладобудівний факультет
Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень «БАКАЛАВР»
Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ В.С. Єременко

"__" _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Лисенко Андрію Олександровичу

1. **Тема проекту** «Сигналізатор підвищення концентрації метану та чадного газу», **керівник проекту** Маркін Максим Олександрович, к.т.н., доцент.
затверджені наказом по Університету від "__" _____ 2020 р. №__.
2. **Строк подання студентом проекту** "18" травня 2020 р.
3. **Вихідні дані до проекту:**
 - 3.1. Об'єкт проектування – сигналізатор підвищення концентрації метану та чадного газу.
 - 3.2. Вихідні данні до проекту:
 - Параметри середовища, що аналізуються: метан.
 - Діапазон вимірювання метану та чадного газу: від 0,1% до 0,5% від загального об'єму.
 - Порогові значення: $0,5 \pm 0,25\%$.
 - Частота радіоканалу: 2,4 ГГц.
 - Потужність випромінювання: не більше 10 мВт.
 - Радіус дії радіоканалу: 80 м.
 - Живлення: автономне, від батареї живлення.
 - 3.3. Умови експлуатації:

- Тиск від 84.0 до 106.6 кПа.
- Температура оточуючого середовища від +1 до 40 С°.
- Відносна вологість до 95% при температурі 25 С°.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Аналітичний огляд

- 4.1.1. Виконати аналіз повітряної суміші побутових приміщень.
- 4.1.2. Виконати огляд методів та засобів для вимірювання концентрації метану та чадного газу окремо та комбіновано.
- 4.1.3. Виконати обґрунтування та вибір методу для проектування сигналізатору чадного газу та метану одночасно.

4.2. Конструкторський розділ.

- 4.2.1. Розробити структурну схему сигналізатору підвищення концентрації метану та чадного газу.
- 4.2.2. Виконати вибір та розрахунок основних елементів сигналізатору
 - 4.2.2.1. Мікроконтролер.
 - 4.2.2.2. Радіомодем.
 - 4.2.2.3. Сенсор.
 - 4.2.2.4. Термоопір
- 4.2.3. Виконати розрахунок опорів необхідних для живлення нагрівача сенсора.
- 4.2.4. Виконати розрахунок поправочних коефіцієнтів нелінійності сенсора.
- 4.2.5. Виконати розрахунок температурних поправочних коефіцієнтів сенсора.
- 4.2.6. Розробити схемотехнічні та алгориметричні рішення щодо роботи сигналізатору.
- 4.2.7. Розробити креслення деталей та вузлів сигналізатору підвищення концентрації метану та чадного газу.

4.3. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 5.1. Схема електрична структурна (1 арк. А1);
- 5.2. Схема електрична принципова (1 арк. А1);

5.3. Креслення деталей та вузлів (2 арк. А1).

6. **Дата видачі завдання "01" березня 2020 р.**

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Виконати аналіз повітряної суміші побутових приміщень.	03.03.20	
2	Виконати огляд методів та засобів для вимірювання концентрації метану та чадного газу окремо та комбіновано.	10.03.20	
3	Виконати обґрунтування та вибір методу для проектування сигналізатору чадного газу та метану одночасно.	20.03.20	
4	Розробити структурну схему сигналізатору підвищення концентрації метану та чадного газу.	10.04.20	
5	Виконати вибір та розрахунок основних елементів сигналізатору	20.04.20	
6	Виконати розрахунок опорів необхідних для живлення нагрівача сенсора.	03.05.20	
7	Виконати розрахунок поправочних коефіцієнтів нелінійності сенсора.	10.05.20	
8	Виконати розрахунок температурних поправочних коефіцієнтів сенсора.	05.05.20	
9	Розробити схемотехнічні та алгориметричні рішення щодо роботи сигналізатору.	05.05.20	
10	Розробити креслення деталей та вузлів сигналізатору підвищення концентрації метану та чадного газу.	05.05.20	

Студент _____

/Андрій ЛИСЕНКО/

Керівник проекту _____

/Максим МАРКІН/

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Сигналізатор	– газоаналізатор котрий дає приблизну оцінку кількості концентрації газу, але має один або декілька порогів спрацювання, при досягнення яких спрацьовує сигналізація (звукова, світлова, комутаційне реле).
ТКГ	– термокондуктометричний газоаналізатор
ТХГ	– термохімічний газоаналізатор
ПВП	– первинний вимірювальний перетворювач
НПЧЕ	– напівпровідниковий чутливий елемент
NDIR	– метод, заснований на поглинанні світлового потоку в інфрачервоній ділянці спектру;
FID	– метод, заснований на іонізації молекул вуглеводнів у водному полум'ї;
ДБЖ	– джерело безперебійного живлення
АЦП	– аналого-цифровий перетворювач
АЛП	– арифметико-логічний пристрій
НКПР	– нижньої концентраційної границі поширення полум'я
ВП	– вимірювальний перетворювач
МК	– мікроконтролер,
ЦП	– центральний процесор
РМ	– радіомодем

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект «Сигналізатор підвищення концентрації метану та чадного газу», обсяг пояснювальної записки – 83 стор., кількість ілюстрацій – 17, таблиць – 20, креслень – 3 л. ф.А1, 2 л. ф.А2, 1л. ф. А3, додатків 6 і бібліографічних найменувань – 15.

Проект присвячено розробці сигналізатора підвищення концентрації метану і чадного газу з бездротовим інтерфейсом та оснований на адсорбційному методі вимірювання з напівпровідниковим чутливим елементом, включеного в нижнє плече мостового дільника напруги. Застосовано метод змінювання опору напівпровідників від температури для компенсації температурної складової похибки. Розробка має по одному порогу спрацювання $0,5 \pm 0,25$ %, $0,01 \pm 0,002$ %. для метану і чадного газу відповідно. Сигналізатор побудований на базі мікроконтролера MSP430G2233, а також містить радіомодем CC2420, який працює на частоті 2,4 ГГц.

Розв’язано наступні науково-технічні задачі: проведено патентний пошук, проаналізовано існуючі аналоги сигналізатору на ринку України, проведено аналіз та обґрунтовано вибір методу вимірювання сигналізатору, а саме адсорбційного методу на базі напівпровідникового чутливого елемента, розроблено складальне креслення сигналізатору і його схемотехнічні рішення

Сигналізатор можна застосовувати в побутових приміщеннях, де використовується в якості палива природній газ чи утворюється монооксид вуглецю. Також розробку можна використовувати для побудови бездротових мереж моніторингу концентрацій метану та чадного газу.

СИГНАЛІЗАТОР, ПІДВИЩЕНА КОНЦЕНТРАЦІЯ МЕТАНУ І ЧАДНОГО ГАЗУ, МІКРОКОНТРОЛЕР, РАДІОМОДЕМ

SUMMARY

Diploma project "Methane and carbon monoxide concentration indicator", volume of explanatory note - 83 pages, number of illustrations - 17, tables - 20, drawings - 3 l. f.A1, 2 liters. f.A2, 1l. f. A3, Annexes 6 and Bibliographic Names - 15.

The project is dedicated to the development of a wireless metering methane and carbon monoxide gas detector based on an adsorption method of measurement with a semiconductor sensing element included in the lower arm of the bridge voltage divider. The method of changing the resistance of semiconductors from temperature was used to compensate for the temperature component of the error. The development has one trigger threshold of $0.5 \pm 0.25\%$, $0.01 \pm 0.002\%$ for methane and carbon monoxide respectively. The signaling device is based on the MSP430G2233 microcontroller and also contains a CC2420 radio modem operating at 2.4 GHz.

The following scientific and technical problems are solved: a patent search is conducted, the existing analogues of the signaling device on the market of Ukraine are analyzed, the analysis and the choice of the method of measurement of the signaling device, namely, the adsorption method based on its semiconductor sensing element, are elaborated

The signaling device can be used in domestic premises where natural gas is used as fuel or carbon monoxide is formed. It can also be used to build wireless methane and carbon monoxide monitoring networks.

SIGNALER, INCREASED METHANE AND CHANNEL GAS CONCENTRATION, MICROCONTROLLER, RADIO MODEM

PODSUMOWANIE

Projekt dyplomowy „Wskaźnik stężenia metanu i tlenku węgla”, objętość noty wyjaśniającej - 83 stron, liczba ilustracji - 17, tabele - 20, rysunki - 3 l. f.A1, 2 litry. f.A2, 1l. f. A3, załączniki 6 i nazwy bibliograficzne - 15.

Projekt poświęcony jest opracowaniu bezprzewodowego detektora metanu i detektora gazu tlenku węgla opartego na adsorpcyjnej metodzie pomiarowej z półprzewodnikowym czujnikiem umieszczonym w dolnym ramieniu dzielnika napięcia mostka. Metodę zmiany rezystancji półprzewodników od temperatury zastosowano w celu skompensowania składowej temperaturowej błędu. Rozwój ma jeden próg wyzwalań $0,5 \pm 0,25\%$, $0,01 \pm 0,002\%$. odpowiednio dla metanu i tlenku węgla. Urządzenie sygnalizacyjne oparte jest na mikrokontrolerze MSP430G2233 i zawiera również modem radiowy CC2420 pracujący na częstotliwości 2,4 GHz.

Rozwiązano następujące problemy naukowe i techniczne: przeprowadzane jest wyszukiwanie patentowe, analizowane są istniejące analogi urządzenia sygnalizacyjnego na rynku ukraińskim, opracowywana jest analiza i wybór metody pomiaru urządzenia sygnalizacyjnego, a mianowicie metody adsorpcji opartej na jego półprzewodnikowym elemencie czujnikowym

Sygnalizator może być stosowany w obiektach mieszkalnych, w których gaz ziemny jest wykorzystywany jako paliwo lub powstaje tlenek węgla. Można go również wykorzystać do budowy bezprzewodowych sieci monitorowania metanu i tlenku węgla.

**SYGNALIZATOR, ZWIĘKSZONE STĘŻENIE METANU I KANAŁU,
MIKROKONTROLER, MODEM RADIOWY**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
АНОТАЦІЯ.....	6
SUMMARY	7
ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА	15
1.1 Методи контролю якості і складу повітря.....	17
1.1.1 Термокондуктометричний метод	18
1.1.2 Термохімічний метод.....	19
1.1.3 Адсорбційні методи	21
1.1.4 Полум'яно-іонізаційний метод.....	25
1.2 Обґрунтування вибору методу вимірювання.....	28
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИГНАЛІЗАТОРІВ МЕТАНА І ЧАДНОГО ГАЗІВ НА ОСНОВІ ПАТЕНТНОГО ПОШУКУ.....	28
2.1 Аналізатор газів RU 2411511 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів»	28
2.2 Аналізатор метану RU 2131601 «Сигналізатор метану»	31
2.3 Аналізатор газів RU 62706 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів»	33
2.4 Вибір прототипу для проектування сигналізатору.....	36
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АНАЛОГІВ СИГНАЛІЗАТОРУ АМІАКУ	37
3.1 Сигналізатор «Варта» (фірма «ТЕРМІО»)	37
3.2 «АВУС-КОМБІ» (фірма «Авангард»).....	40

3.3 «Страж» (фірма «РЕНОМЕ»)	43
3.4 Сигналізатор СГБ-1 (фірма «РОСС»)	46
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИГНАЛІЗАТОРА	50
РОЗДІЛ 5 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИГНАЛІЗАТОРА	52
5.1 Вибір мікроконтролера	52
5.2 Вибір радіомодему	52
5.3 Вибір сенсора	52
5.4 Розрахунок поправочних коефіцієнтів для сенсора TGS3870	53
5.5 Розрахунок вимірювального кола сенсора	60
5.6 Вибір термоопору	60
РОЗДІЛ 6 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ ТА АЛГОРИТМІЧНИХ РІШЕНЬ	62
ВИСНОВОК	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
ДОДАТКИ	65
ДОДАТОК А - Копія патенту № 2411511	66
ДОДАТОК Б - Копія патенту № 2131601	72
ДОДАТОК - В Копія патенту № 52706	75
ДОДАТОК Г - Алгоритм роботи сигналізатора	80

ВСТУП

Широке використання природного газу в газових плитах для приготування їжі, газових колонок, котлів для нагрівання води чи опалення оселі, а також інших побутових потреб, вимагає відповідних методів та засобів контролю концентрацій природного газу та продуктів його спалювання. Одним з продуктів спалювання метану є моно оксид вуглецю (чадний газ) навіть незначні концентрації якого можуть спричинити запаморочення і навіть призвести до смерті. Враховуючи дію навіть незначних концентрацій чадного газу, визначення підвищення концентрації чадного газу в побутовому приміщенні необхідно. Метан з повітрям та іншими газами може створювати вибухонебезпечні суміші, але це можливо тільки при значних концентраціях метану. При досягненні певної концентрації або температурі метан спалахує, що може призвести до вибуху або пожежі. Вище видане визначає актуальність даного проекту та диктує необхідність розробки сигналізатора підвищення концентрації метану і чадного газу.

При виявленні запаху газу в підвалі, в під'їзді, у дворі, в квартирі необхідно:

довести до відома оточуючих про запобіжні заходи;

- виключити використання відкритого вогню, електроприладів, які можуть дати іскру, припинити користуватися газовим приладом (перекрити кран на плиті, перекрити газову трубу);
- забезпечити провітрювання загазованого приміщення, відкривши вікна, двері, кватирки і т.д. Протяг сприятиме розведення горючої суміші побутового газу з повітрям до безпечної концентрації;
- викликати аварійну службу по мобільному телефону 104, по стаціонарному - 104;
- покинути загазоване приміщення до прибуття аварійної служби та ліквідації аварії.

Після прибуття працівників газової служби необхідно забезпечити їм вільний доступ до місця установки балонів зі зрідженим газом або під час здійснення робіт по подачі газу в житло. У зимовий час в приватних будинках

необхідно періодично перевіряти вентиляційні канали з метою недопущення їх обмерзання і закупорки.

Існують правила користування газовою плитою:

- перед розпалом приміщення необхідно провітрити, квартиру залишити відкритою на весь час роботи з плитою;
- сірник, що запалено, піднести до пальника, і тільки тоді відкрити кран на плиті на ту горілку, яку необхідно розпалити;
- полум'я має загорятися у всіх отворах пальника, мати блакитно-фіолетовий колір без коптять мов. Якщо полум'я закіптюжений, значить, газ згоряє не повністю. В даному випадку необхідно відрегулювати подачу повітря, і це повинен зробити фахівець;
- якщо відбувається відрив полум'я від пальника, значить, повітря надходить дуже багато. Користуватися такою пальником категорично заборонено;
- для виявлення будь-якої несправності газового обладнання слід зателефонувати в газову службу і викликати фахівців;

Перед розпалом духової шафи його необхідно провітрити. Для зручності розпалювання найкраще приготувати паперовий джгутик або дерев'яну лучину. Лучину слід підпалити, піднести до запальнику духової шафи, потім відкрити кран на духову шафу.

По закінченні користування плитою або духовою шафою слід закрити краник на плиті або духовій шафі, потім кран на трубі. При раптовому припиненні подачі газу негайно закрити крани пальників газових приладів і повідомити в газову службу по мобільному телефону 104, по стаціонарному – 104.

Допускається до користування газовими приладами дітей дошкільного віку, осіб, які не контролюють свої дії і не знають правил користування цими приладами.

Забороняється залишати працюючі газові прилади без нагляду.

- використовувати газ і газові прилади не за призначенням;
- користуватися газовими плитами для опалення приміщень;
- користуватися приміщеннями, де встановлені газові прилади, для сну і відпочинку;
- застосовувати відкритий вогонь для виявлення витоків газу (з цією метою використовуються мильна емульсія або спеціальні прилади);
- зберігати в приміщеннях і підвалах порожні і заповнені скрапленим газом балони;
- виробляти самовільно, без спеціального інструктажу і дозволу, заміну порожніх балонів на заповнені газом;
- виробляти самовільну газифікацію будинку, перестановку, заміну і ремонт газових приладів;
- здійснювати внутрішні та зовнішні перепланування приміщень, у яких встановлено газове обладнання, без узгодження з газовою службою.

Розроблюваний сигналізатор повинен мати невеликі розміри і масу, малу питому потужність, високу селективність і чутливість до вимірюваних газів, високу швидкодію і низьку собівартість. В сигналізаторі повинні бути присутні всі переваги аналогічних приладів і відсутні їх недоліки. Однією з основних вимог до сигналізатору є можливість бездротової передачі даних про аварійну ситуацію і наявність автономного джерела живлення. Сигналізатор повинен бути легким у використанні і мати високу надійність. Він повинен також мати мінімальну кількість складних і чутливих до зовнішніх подразників елементів. Конструкція сигналізатору повинна підходити як для вимірювання в одному місці так і для створення мережі бездротового моніторингу.

Більше всього трагедії відбуваються через несправність газового обладнання. Але великі і малі біди можна попередити, якщо знати і дотримуватися правил безпеки. Газ не має ні кольору, ні запаху. Для того щоб вчасно визначити витік газу і вжити відповідних заходів, він подається з невеликою добавкою сильно пахнуть, але малотоксичних речовин - меркаптанів. Зріджений газ важчий за повітря в два рази і при витoku заповнює в першу чергу підвали, підземні комунікації і може поширюватися на великі

відстані. У поєднанні з повітрям газ утворює вибухонебезпечну суміш. При неповному згорянні газу виділяється окис вуглецю (газ без кольору і запаху), від якого можливо задуха зі смертельними наслідками.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА

Як відомо газ метан за своїм хімічним складом можна вважати однією з простих сполук, тоді природний безбарвний газ дуже небезпечним адже він не має запаху та й на смак він нейтральний. За хімічним записом газ метан має назву CH_4 . Всі газові служби безперестану нагадують про систему вентиляції та відчинену квартирку при використанні газового обладнання. Це пов'язано з властивістю метану, що може зберегти вам життя навіть при витокі його з плити або балону, а саме, його маса у два рази менша за масу повітря. А отже, при витокі він піднімається догори, тобто до стелі, та при відчиненій квартирці буде виходити назовні. А у разі зачиненої квартирки або вікна, весь газ накопичується у приміщенні. Густина метану дорівнює 0,555 при нормальній температурі атмосферного повітря, що повинна дорівнювати 20 °C. Температура плавлення дорівнює 182,49 °C, а температура кипіння - 161,56 °C. Для метану є граничні властивості, які ми маємо зауважити для майбутньої конструкції аналізатору метану та чадного газу в приміщенні. Важливо граничний тиск для метану дорівнює - 4,58 МПа, при перевищенні зазначеного показника відбувається руйнування газової системи та можливий вибух. Гранична температура для метану дорівнює 82°C, а гранична температура спалаху дорівнює 87,8 °C. Ці показники необхідно враховувати при зберіганні та транспортуванні газу до користувачів та й взагалі для експортерів та власників газопроводів. Також існує такий параметр, як температура самозаймання для метану, що дорівнює 537,8 °C. Такий показник необхідно запам'ятати для співробітників МНС, адже при пожежі температури у приміщенні можуть нагріватися до таких температур, тому якщо в таких приміщеннях є газові балони або газове обладнання, може відбутися вибух.

Як відомо, що у поєднанні з повітрям метан створює вибухові поєднання сумішей, що призводять до вибуху. Якщо у повітрі концентрація метану становить 5 - 6 %, тоді метан горить навколо джерела, якщо концентрація метану становить 16 % відбувається вибух.

Населення нашої країни найчастіше у побутових приміщеннях

використовують газове обладнання, тобто плити, для приготування їжі. Також широкого розповсюдження задля зручності та економії газу, наше населення стало використовувати такі газові прилади, як газові колонки (підігрів холодної води) та котли (система опалення приміщення, іншими словами підігрів води у батареях). Як видно з написаного вище, у українців застосування газового обладнання становиться більш популярним, а тому і небезпека збільшується. Тому необхідно газовим службам контролювати всі газові прилади та проводити їх технічну інспекцію та перевірку на робочий стан. А для цього їм необхідне точне та чутливе до низьких концентрацій обладнання. А постійний або хоча б кварталний контроль приміщень з газовим обладнанням знизить ризик вибух від витоку газу.

Як відомо з науково-технічної літератури, що моно оксид вуглецю, оксид карбону (II), моно оксид карбону та чадний газ утворюється під час недосконалого горіння газу при побутовому використанні або ж також широкого застосування газове обладнання набуло при застосуванні його у автомобілях. Зазначені вище отруйні гази утворюються через нестовідсоткове згорання палива (газу) у двигунах автомобілів або газових приладах широкого застосування (газових плитах).

Оскільки, у дипломному проєкті ми маємо спроектувати сигналізатор підвищення концентрації метану та чадного газу, тоді нам необхідно зазначити і основні властивості чадного газу. Відомо, що оксид вуглецю (чадний газ) не має властивості розчинятися у воді. За хімічною класифікацією відноситься до несолетворних оксидів. Чадний газ є надзвичайно отруйним моно оксидом вуглецю, перевищення концентрації якого у приміщенні може привести до летального випадку. Загроза від чадного газу збільшується через його властивості. До найнебезпечніших ми можемо віднести таку властивість- він не має запаху. І людина не може відчутти загрозу, а тільки спеціалізоване високоточне і чутливе обладнання може у такій ситуації врятувати життя людини. Мала концентрація чадного газу призводить до запаморочення, аритмії серцевого ритму та болю у шлунку. Такою концентрацією чадного газу є 0,3% у повітрі приміщення. Токсична дія чадного газу формується через те, що CO

створює з червоними клітинами крові людини (тварини) сполуку, що називається, карбогемоглобін, через що червоні тільця крові лишаються здатності транспортувати кисень до всіх клітин людського організму (серце, легені, мозок та інші органи). Ми перерахували найголовніші органи при нестачі кисню, в яких відбувається загибель.

Якщо ж трапилось отруєння чадним газом , тоді необхідно виконати рекомендації для спасіння людини або приведення її до свідомості: при отруєнні чадним газом необхідно людину винести на свіже повітря та робити штучне дихання при необхідності. У такому випадку отруйна сполука карбогемоглобін руйнується, а кровотворні червоні тільця відновлюють здатність об'єднуватись з клітинами кисню. Як видно з вищеперерахованого та небезпеку для людини , можемо сказати, що тема диплому є надзвичайно актуальною. Адже устаткування газового обладнання все більше перевищує термін придатності, а наше населення не має змоги його оновити, і тому створення сигналізатору метану та чадного газу є правильним та корисним рішенням для майбутньої реалізації конструкції. Хоча дійсно на ринку є аналогічні прилади, проте ми спробуємо у своїй роботі покращити певні характеристики аналогів, що дасть нам змогу вийти на ринок [2].

А для початку розпочнемо з основним методів вимірювання концентрації метану та чадного газу. Що і зробимо у наступному розділі до дипломного проекту.

1.1 Методи контролю якості і складу повітря

Розглянемо основні методи для визначення концентрації метану та чадного газу. Хочемо одразу зазначити перевагу такого поєднання газів у одному сигналізаторі (аналізатор, що сигналізує про перевищення концентрації зазначеного газу). Не існує ситуацій, при яких перевищення концентрації метану плавно не перейшло у перевищення концентрації чадного газу у приміщенні. Зазвичай ставлять один аналізатор або датчик перевищення концентрації метану. Ми ж пропонуємо поєднати ці два аналізатори та сигналізувати при перевищенні концентрації одного з двох або ж двох газів.

1.1.1 ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД

Розпочнемо наш аналітичний огляд методів вимірювання концентрації газів з одного з найвідоміших методів, а саме з термокондуктометричного методу. Його робота формується на засадах принципу теплопровідності аналізованої суміші в залежності від концентрації газу, що аналізується. Такий метод дослідження широковідомий, адже його винайшли ще наприкінці дев'ятнадцятого сторіччя. А на початку двадцятого сторіччя аналізатори, що були спроектовані на основі термокондуктометричного методу, надійшли у промислове використання. З його допомогою наші прадіди проводили аналітичне дослідження повітря на вміст двоокису вуглецю.

Широкого застосування даний вид методів вимірювання концентрації газів здобув через ряд переваг. Перерахуємо їх нижче:

- 1) зручна та напрочуд простота конструкція у використанні;
- 2) метод має високу чутливість визначення навіть низьких концентрацій газів;
- 3) метод має широкий діапазон для визначення концентрацій газів;
- 4) надійність методу є високою, навіть при складних умовах проведення вимірювання концентрацій газів;
- 5) термін експлуатації аналізаторів спроектованих на термокондуктометричному методі є великим у порівнянні з іншими методами вимірювання концентрації газів;
- 6) аналізатор, що спроектовано на засадах даного методу може виконувати вимірювання в складних експлуатаційних вимогах. Хочемо нагадати, що за технічним завданням до дипломного проекту, задано наступні експлуатаційні вимоги щодо умов роботи аналізатору: тиск від 84 до 106,6 кПа; температура оточуючого середовища від +1 до 40 С°; відносна вологість повітря до 95% при температурі 25 С°;
- 7) такий метод дослідження повітряної суміші на вміст газів, їх концентрацій є точним.

Пороте, даний вид методів вимірювання концентрації газів має і ряд

недоліків. Перерахуємо їх нижче:

1) даний метод аналітичного дослідження газів у складі повітряної суміші не може проводити одночасно вимірювання по декільком газам одночасно (коли кількість газів перевищує 4), тобто метод має низьку селективність;

2) у даного методу вимірювання існує залежність від температури, що потребує повсякчасної термічної стабілізації аналізатору;

3) даний метод може проводити вимірювання концентрації газів у відносних одиницях. Для переведу їх у абсолютні значення необхідно використовувати еталонний газ;

4) даний метод потребує постійної стабілізації напруги. Для цього найчастіше використовують стабільне джерело живлення.

Отже, можемо зробити заключення, що даний метод можна використовувати для проектування сигналізатору (аналізатору) метану та чадного газу. Зазначим переваги, що дозволяють нам це зробити. По-перше, при застосуванні термокондуктометричного методу аналітичного дослідження можна аналізувати дві речовини (метан й чадний газ) одночасно. Він задовольняє нас за технічними умовами експлуатації, що зазначено у технічному завданні до дипломного проекту. По-друге, даний метод є точним та надійним при вимірюванні. Проте, існують і недоліки. Найголовнішим недоліком є залежність від температури, що потребує повсякчасної термічної стабілізації аналізатору. Хоча існує ряд методів, що з успіхом усувають цей недолік. Проте, після огляду основних методів вимірювання концентрації газів, зможемо визначитись з методом, що буде покладено у основу майбутнього сигналізатору.

1.1.2 ТЕРМОХІМІЧНИЙ МЕТОД

Робота термохімічного (ТХГ) методу формується на процесі визначення кількості корисного тепла, що виникає у наслідок хімічної реакції. І таким чином відбувається вимірювання концентрацій необхідних газів з повітряної суміші. Щодо можливості одночасного визначення концентрацій декількох

газів, хочемо зазначити, що селективність термохімічного методу аналізу повітряної суміші є досить складним процесом. Адже при застосуванні зазначеного методу потрібно враховувати специфіку властивостей аналізованих речовин щодо виникнення хімічної реакції, під час якого відбувається утворення тепла, що є обов'язковою умовою. На основі термохімічного методу спроектовано декілька типів аналізаторів концентрації газової повітряної суміші. По-перше, це аналізатори, які працюють на реакції окислення (горіння) компоненту, концентрацію якого ми визначаємо. Відомі дві основні конструкції аналізаторів повітряної суміші на вміст конкретних газів спроектованих на реакції окислення, у основі яких лежить термохімічний метод.

До першої конструкції аналізаторів слід віднести ТХГ, у яких каталітичне окислення компонентів, що необхідно визначити, відбувається на каталізаторі, що має тверду гранульовану поверхню. Для фіксації тепла, що виділяється під час реакції окислення (горіння) застосовують термометр опору або різновиди термобатарей.

До другої конструкції аналізаторів слід віднести ТХГ, у яких каталітичне окислення компоненту, що необхідно визначити, відбувається на поверхні нагрітої нитки, що виконує функцію чутливого елементу в аналізаторі.

Термохімічні газові аналізатори, що мають конструкцію першого типу найчастіше використовують при дослідженні концентрацій газів у повітряній суміші в межах від 0,01 до 0,1 мг/л (г/м^3). Ніхто не обмежує використання таких аналізаторів для більших концентрацій газів, проте так склалось історично, при вимірювання користувачами. Такі конструкції використовують повсякчас звичайні користувачі. А от конструкції термохімічних газових аналізаторів, що віднесли до конструкцій другого типу, використовують частіше при вимірюванні концентрацій газів, що досягли декілька відсотків. А отже при значному викиді небезпечних газів, при усуненні наслідків яких працюють професіонали (пожежники, служба надзвичайних ситуацій).

Хочемо зазначити, що для конструкцій газового аналізатору, що належать до першого типу важливим є температура, за якої відбувається реакція. І тому необхідно повсякчас контролювати її.

1.1.3 АДСОРБЦІЙНІ МЕТОДИ

Адсорбційні методи проведення аналітичного дослідження газів у повітряній суміші мають широке застосування при проектуванні та конструюванні газових аналізаторів та сигналізаторів. Принцип роботи адсорбційних газових аналізаторів сформовано наступним чином: чутливий елемент (напівпровідник) необхідно розташувати у аналізуємій газовій суміші, після чого на поверхні чутливого елементі відбувається адсорбція молекул різних речовин, у тому числі і тих, концентрації яких необхідно визначити. Поняття адсорбційної рівноваги описується рівністю швидкостей реакції адсорбції та реакції десорбції (рис.1).

Існує також поняття зворотної хемосорбції газів. Тобто зворотнє поглинання газів або їх парів об'єктами (повітряна суміш) або речовинами.

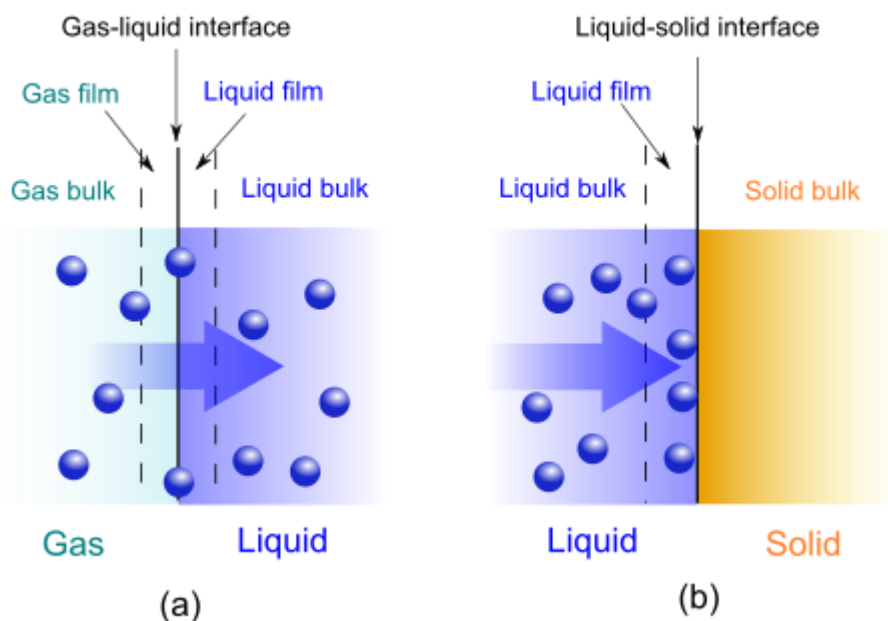


Рисунок 1 – Зображення реакції абсорбції: а) газ-рідина; б) рідина - тверде тіло

На поверхні напівпровідникових металів змінюється поверхнева провідність, що призводить до зміни електричного опору. Це можемо пояснити зміною рівня концентрації електронів в зоні провідності. Що дозволяє проводити реакцію обміну електричними частинками з частинками адсорбованої газової фази. У якості чутливих елементів газових аналізаторів спроектованих на методі адсорбції використовують напівпровідники (НПЧЕ).

Такі чутливі елементи мають переваги, перерахуємо їх нижче:

- газові аналізатори, що проєктовані на методі адсорбції мають високу чутливість;
- аналізатори, що проєктовані на методі адсорбції, мають низький рівень споживання живлення;
- аналізаторам притаманний високий рівень швидкодії;
- застосування зазначеного методу дозволяють спроектувати аналізатор малих габаритних розмірів. Це зумовлено габаритними розмірами чутливого елементу, що становлять міліметри.
- метод є простим у застосуванні;
- застосування напівпровіднику, простота конструкції дозволяють суттєво зменшити вартість виготовлення у порівнянні з іншими методами. Наприклад, з термокондуктометричним методом, що потребує усунення температури та стабілізатору напруги;
- чутливий елемент (напівпровідник) є стабільним, адже не залежить від вібраційного навантаження при вимірюванні та не залежить від просторового положення під час проведення аналітичних досліджень концентрацій газів у газових сумішах.

Конструкція адсорбційного газового сигналізатору (АГС) трансформувє вхідну величину концентрації газу, що необхідно визначити, у електричний сигнал.

Розглянемо основні чутливі елементи, що використовуються в конструкціях АГС. Чутливі елементи можна розділити (класифікувати за методом виготовлення) на основні групи:

1. чутливі елементи, що виготовляються з кераміки;
2. чутливі елементи, що виготовляються з плівки; їх поділяють на тонкоплівкові й товстоплівкові.

Для виготовлення чутливих елементів з кераміки застосовують наступні оксиди металів: SnO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , та інші. Технологія виготовлення є наступною: порошок оксиду металу поєднують з зв'язуючим матеріалом, з

цього виготовляють пасту, що наносять між двох електродів та випалюють при температурі 800 – 1000 °С.

Проте, хочемо зазначити, хоча ми використовуємо слово кераміка у якості чутливого елементу, це не є проста кераміка. Її поверхня має пористу структуру, що необхідна для зростання площі поверхні, що входить у контакт з газовою сумішшю. Матеріали, з яких виготовлено спіральні електроди, це платина, паладій, або ж сплави паладію та ірідію, сплав ірідію та платини або інші.

При проектуванні аналізатору газової суміші нам необхідно обрати оксиди металів для виготовлення чутливих елементів. Або ж придбати готові чутливі елементи з необхідних комбінацій металів або сплавів. Зазвичай для проведення аналітичного дослідження концентрацій кисню в газових сумішах використовують чутливі елементи, що виготовлені на базі оксидів металів ZrO_2 , CoO , TiO_2 .

Електропровідність керамічних чутливих елементів є залежністю парціального тиску газу, що вимірюється, від температури повітря при якому проводять вимірювання. Чутливість та селективність газового аналізатору можна визначити набором оксидів металів, з яких вони виготовляються. Для цього відбувається процес легування з додаванням каталітичних металічних домішок та проводити вибір робочої температури чутливого елементу. Широкого застосування застосовують режим роботи чутливого елементу з підігрівом. Температура підігріву може дорівнювати від 50 до 500°C. Вона обирається в залежності від матеріалу чутливого елементу й компонентів газу, який вимірюється і на який має відбутися реакція.

Чутливі елементи для адсорбційних аналізаторів, що виготовлені з плівки, класифікують на:

- товстоплівкові - ті, товщина яких не перевищує 20 мікрометрів;
- тонкоплівкові - ті, товщина яких перевищує 20 мікрометрів.

Конструкції плівкових чутливих елементів (НПЧЕ) утворюються з діелектричної підкладки, з шару плівки чутливого матеріалу і електродів. Виготовляють плівкові чутливі елементи з однакових матеріалів, що і керамічні

чутливі елементи. Відмінністю є технологія створення плівкового чутливого елементу і електродів. Широко використовують наступні матеріали з яких виготовляють електроди: срібло-паладій, платина, золото, срібло, мідь, нікель та інші матеріали. Як ми зазначали раніше, зазначені матеріали повинні бути у стані пасти. У якості діелектричної підкладки обирають оксид алюмінію.

Технології, за яких виготовляють тонкоплівкові чутливі елементи. Вони є характерними для виготовлення елементів мікроелектроніки, а саме, вакуумне напилення, фотолітографія, осадження плівок оксидів.

Схема адсорбційного чутливого елементу наведена нижче на рисунку 1.1.
Можливість

Можливість одночасного вимірювання концентрації декількох газів, що також називають, селективністю чутливого елементу аналізатору підвищують шляхом на адсорбційну поверхню ЧЕ плівки, що показано на рисунку 1.1). Таку плівку наносять з золота, такий матеріал дозволяє пропускати в шар напівпровідникового матеріалу чутливого елементу тільки молекули необхідного компонента суміші (іншими словами такий процес називають молекулярним ситом).

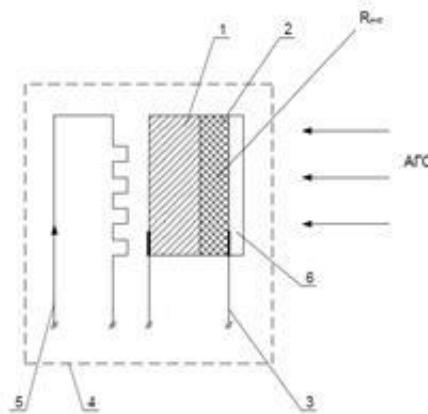


Рисунок 1.1 – Схема адсорбційного чутливого елементу:

1-підкладка, 2- чутливий шар, 3- контакти електродів, 4- підігрівач, 5- корпус
НПЧЕ $d=10 - 15\text{мм}$, 6- молекулярне сито.

За допомогою підігрівача в НПЧЕ добиваються потрібної чутливості і селективності вимірювання для молекул даного компонента суміші. Конструктивно НПЧЕ може мати одну або декілька плоских пластинок

чутливих елементів. Багато пластинчаті НПЧЕ можуть мати складатися із різних напівпровідникових чутливих елементів, завдяки чому розширяється динамічний діапазон приладу.

Основні виробники аналітичних приладів: Neotronic (Велика Британія), Riken (Японія), Texas Analytical Controls (США), Drager (Німеччина), Figaro (Німеччина), ВО Аналітприлад (Росія), НВО Хімавтоматика (Росія), ВТО Пожтехсервіс.

Зокрема, фірма Figaro (Німеччина) випускає три групи напівпровідникових датчиків на базі оксидів благородних металів. Група аналізаторів серії 8 (TGS800, TGS883 тощо) і група аналізаторів серії 2000 (TGS2180, TGS2181, TGS2620). Серія 2000 використовує сучасну товсто плівкову технологію виготовлення НПЧЕ, при цьому застосовується трафаретний друк, що дозволяє виготовляти напівпровідникові прилади з дуже близькими технічними характеристиками. Останнім часом компанія Figaro стала випускати прилади серії 3000 (TGS3870), де зменшено розміри нагрівача і зменшена споживана потужність.

1.1.4 ПОЛУМ'ЯНО-ІОНІЗАЦІЙНИЙ МЕТОД

В складі димових газів багатьох виробництв присутні газоподібні вуглеводні метан, етан, пропан, олефіни, бутан і інші, сумарна концентрація яких визначається як СН окрім того, що вуглеводневі з'єднання при визначених концентраціях можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, вуглеводні є токсичними компонентами, що вкрай несприятливо діють на організм людини. При взаємодії з оксидами азоту олефіни під дією сонячного опромінювання утворюють фотооксиданти - біологічно активні речовини, які викликають подразнення слизової оболонки очей і дихальних шляхів людини, викликаючи хвороби цих органів. Найбільшу небезпеку для людини викликають вуглеводневі з'єднання наступних канцерогенних груп: 1,2 бензатрацен ($C_{18}H_{12}$), 3,4 бенз-а-пирен, ($C_{20}H_{12}$), 3,4 бензафлуорантен ($C_{20}H_{14}$). Проблема контролю викидів вуглеводнів тільки на транспорті потребує невідкладного вирішення.

На цей час існують різні методи вимірювання концентрації суми вуглеводнів у газових сумішах, які спираються на різні фізичні принципи. До основних аналітичних методів належать:

- метод, заснований на поглинанні світлового потоку в інфрачервоній ділянці спектру (NDIR);
- метод, заснований на іонізації молекул вуглеводнів у водному полум'ї (FID);
- метод іонізації молекул вуглеводнів під впливом ультрафіолетового випромінювання.

Фотоіонізаційний метод полягає в тому, що під впливом ультрафіолетового випромінювання на молекулу вуглеводню відбувається його поглинання. Якщо енергія фотону перебільшує або дорівнює потенціалу іонізації молекул, то відбувається процес іонізації. Чим більше молекула органічної сполуки, тим легше винайти та виміряти високомолекулярні сполуки. Однак нерівномірна чутливість до різних вуглеводнів (метан, наприклад, взагалі не визначається) не дозволяє цьому методу набути широкого розповсюдження.

В сучасній практиці аналізу концентрації суми вуглеводнів вимірювач газів (ВГ) автомобільних двигунів широке застосування знайшли інфрачервоний (NDIR) та полум'яно-іонізаційний (FID) методи.

До 1972 року стандартним методом виміру вуглеводнів у ВГ був прийнятий метод виміру за NDIR, а з 1972 року метод FID.

NDIR - метод. Принцип вимірювання за цим методом полягає в тому, що поривчастий світловий потік від випромінювача проходить крізь аналізований газ, частково поглинається, потрапляє на фотоприймач, який виробляє електричний сигнал інформативний відносно концентрації вуглеводнів.

Цей метод був розвинений і вдосконалений і на цей час на його основі створені багатокомпонентні газоаналізатори, які використовують інтерференційні явища для селекції випромінювання та кореляційні процеси для обробки сигналів із застосуванням мікропроцесорного пристрою. Це дозволяє створювати надійні високоточні газоаналізатори. До недоліків цього

методу при вимірах концентрації вуглеводнів у ВГ слід віднести:

— Вуглеводні ВГ при транспортуванні їх до газоаналізатору легко адсорбуються складовими елементами вимірювальної системи (трубопроводи, фільтри, конденсатори, насоси і т.і.) при зниженні температури. При зниженні концентрації або повторному аналізі відбувається десорбція та відхилення результатів вимірювання.

— вуглеводні ВГ при транспортуванні їх до газоаналізатору легко адсорбуються складовими елементами вимірювальної системи (трубопроводи, фільтри, конденсатори, насоси і т. і.) при зниженні температури. При зниженні концентрації або повторному аналізі відбувається десорбція та відхилення результатів вимірювання.

— аналізатори NDIR визначають концентрацію вуглеводнів в спектрі ліній поглинання n-гексану та поблизу них, тому чутливість вимірювання до різних вуглеводнів не є однаковою. Відомо, що чутливість до ароматичних та олефінових вуглеводнів є порівняно низькою із чутливістю до насичених вуглеводнів. Тому визначати ступінь забруднення атмосфери ароматичними або олефіновими вуглеводнями за цим методом неможливо.

Відомий також полум'яно-іонізаційний метод, що має назву FID. Принцип вимірювання концентрацій газів в повітряній суміші FID методом полягає в наступному: аналізуюча повітряна суміш газ надходить до водневого полум'я; за температури реакції у 2000 °С проходить дисоціація молекул вуглеводнів на СН-групи, після чого відбувається окислення вуглеводнів з утворенням вільних електронів та позитивних іонів CHO^+ . При таких умовах, при додаванні їх до зони водневого горіння та прикласти електричне поле, виникає іонізаційний струм, що пропорційний кількості СН-груп в молекулі вуглеводню.

До недоліків полум'яно-іонізаційного методу віднесемо наступне:

- складність конструкції чутливого елементу;
- існує необхідність побудови декількох потоків: по-перше, потік для газу, що аналізується; по-друге, потік для водневого палива; в- третє, потік для надходження повітря, яке необхідне для реакції горіння;

- відбуваються зміни вихідного сигналу сенсору при переміні складу кисню в газовій суміші [3].

1.2 Обґрунтування вибору методу вимірювання

Проаналізувавши всі методи вимірювання метану та моно оксиду вуглецю, можна дійти висновку, що напівпровідниковий (адсорбційний) метод вимірювання є найкращим із них, оскільки він має ряд важливих переваг, зокрема:

- висока чутливість;
- мала споживана потужність;
- велика швидкодія;
- малі габарити (розміри ЧЕ ~ долі мм);
- простота;
- економічність;
- незалежність показів ПВП від вібрацій і просторового положення.

Враховуючи те, що розроблюваний прилад повинен мати невеликі габарити, низьку енергоспоживчість, а також високу швидкодію, тому обрано саме даний метод вимірювання для створення відповідного сигналізатору.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИГНАЛІЗАТОРІВ МЕТАНА І ЧАДНОГО ГАЗІВ НА ОСНОВІ ПАТЕНТНОГО ПОШУКУ

Створення нового приладу вимагає проведення пошуку сучасних варіантів вирішення поставленої задачі. Проведено патентний пошук по базах Укрпатенту, Роспатенту, при цьому:

- в базі Укрпатенту аналогів не знайдено.
- в базі Роспатенту знайдено наступні патенти, які взято за аналоги сигналізаторів метану.

2.1 Аналізатор газів RU 2411511 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів»

Пристрій відноситься до засобів контролю атмосфери і призначене для моніторингу довкілля, зокрема для автоматичного безперервного контролю концентрації горючих газів в житлових, комунальних і виробничих приміщеннях. Пристрій (рис 1.2) для контролю концентрацій небезпечних газів Винахід забезпечує можливість своєчасного вживання ефективних заходів, що забезпечують зниження загазованості в житлових, комунальних і виробничих приміщеннях шляхом передачі тривожної інформації в службу газовій безпеці у випадку, якщо станеться перевищення встановленого значення ГДК для метану CH_4 і чадного газу CO або зниження вмісту граничного значення для O_2 .

Принцип роботи зводиться до наступного: після включення напруги живлення виробляється запуск мікро ЕОМ 7. Через пристрій 12 управління мікро ЕОМ 7 за введеною в неї програмою послідовно включає цикли виміру з трьох датчиків 1, 2 і 3. Вимірювальна інформація з виходів датчиків метану CH_4 1, чадного газу CO_2 і кисню O_2 3 через підсилювач 4 сигналів і аналоговий комутатор 5 поступає на вхід аналого-цифрового перетворювача 6. Перетворений цифровий код поступає в мікро ЕОМ 7, яка виробляє порівняння його значення в мікро ЕОМ 7 з гранично допустимим. При включеному режимі протоколювання через певні відрізки часу, виміряні значення з тимчасовою відміткою з годин 13 записуються в запам'ятовуючий пристрій 8.

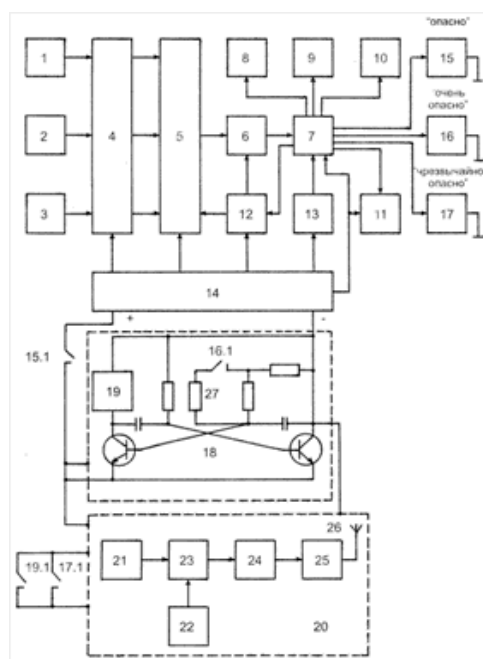


Рисунок 1.2 – Структурна схема пристрою:

1 - датчик метану, 2 - датчик чадного газу, 3 - датчик кисню, 4 - підсилювач сигналів, 5- аналоговий комутатор, 6 - аналого-цифровий перетворювач, 7 - мікро ЕОМ, 8 - запам'ятовуючий пристрій, 9 - інформаційне табло, 10 - пристрій тривожній сигналізації, 11 - інтерфейсний пристрій, 12 - пристрій управління, 13 - годинник, 14 - блок живлення, 15 – перше реле, 16 – друге реле, 17 - третє реле, 18 – мультівібратор, 20 - передавач, 21 - задаючий генератор, 22 - генератор модулюючого коду, 23 - фазовий маніпулятор, 24 - телеграфний ключ, 25 - підсилювач потужностей, 26 - передавальна антена.

У пристрої застосовані напівпровідникові детектори газів, концентрації, що вимірюють в широкому діапазоні, що дозволяє використовувати пристрій не лише як пристрій порогової сигналізації, але і отримувати у будь-який момент часу значення вимірюваних параметрів на інформаційному табло 9 або пересилати вимірювальну інформацію в інтерфейсний пристрій 11 з персональним комп'ютером (ПК). Вживання МІКРО ЕОМ 7 дозволяє виробляти обробку вимірювальної інформації, переходити в режим постійних вимірів і виводити інформацію аналоговий комутатор 5, виробляти фіксацію результатів вимірів в пристрої, що запам'ятовує, 8 по заданих в МІКРО ЕОМ 7 програмам, а також в разі аварійної ситуації.

Вживання запам'ятовуючого пристрою 8 і годинника 13 реального часу дозволяють протоколювати через задані проміжки часу значення вимірюваних параметрів, що забезпечує детальний аналіз причин аварії. Вживання напівпровідникових газових сенсорів дозволяє виробляти виміру в широкому діапазоні температур і вологості довкілля з однаковою похибкою, що не вимагає температурної компенсації блоку фізичних датчиків і підсилювачів. Можливість виміру параметрів концентрацій метану і кисню дозволяє аналізувати співвідношення їх концентрацій і запобігати про утворення вибухонебезпечного метану і кисню в концентраціях, близьких до співвідношення 1:2 ($\text{CH}_4:\text{O}_2$).

Пристрій містить блок 10 тривожній сигналізації, спрацьовування якого відбувається у випадках:

- перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) по CH_4 і CO в контрольованому приміщенні;
- зниження нижче встановленої межі концентрації O_2 .

Після спрацьовування тривожної сигналізації пристрій виробляє постійний контроль всіх контрольованих параметрів і переходить в режим постійної передачі інформації в ПК.

У випадку якщо станеться перевищення встановленого значення ГДК для метану CH_4 , МІКРО ЕОМ 7 включає тривожну сигналізацію і переходить в режим протоколювання і прямої передачі інформації в інтерфейсний пристрій 11 з персональним комп'ютером. Запит протоколу вимірів можливий з персонального комп'ютера у будь-який момент часу.

Одночасна постійна напруга з відповідного виходу мікро ЕОМ 7 поступає на перше реле 15. Останнє спрацьовує і замикає контакт 15.1, через який живлення від блоку 14 живлень подається на мултивібратор 18 і передавач 20 [4].

Недоліки даного винаходу: використання блоку сигналізації вмонтованого в пристрій, краще створити окремий блок сигналізації на базі МК і радіо модему щоб в разі аварійної ситуації сигналізатор подав сигнал про аварію на блок сигналізації котрий буде мати окремий блок живлення.

Копія патенту представлена в Додатку А.

2.2 Аналізатор метану RU 2131601 «Сигналізатор метану»

Сигналізатор відноситься до засобів контролю копальневої атмосфери, а саме до пристроїв, що сигналізують про досягнення гранично допустимої концентрації метану в атмосфері. Сигналізатор метану містить мостову вимірювальну схему, підсилювач постійного струму, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), арифметико-логічний пристрій (АЛП), що запам'ятовуючий пристрій і акумуляторну батарею. Вихід цифро аналогового перетворювача (ЦАП) сполучений з входом підсилювача постійного струму, вихід якого сполучений з входом мостової вимірювальної схеми і першим входом аналогового комутатора. Вихід мостової вимірювальної схеми і

аккумуляторна батарея сполучені відповідно з другим і третім входами аналогового комутатора. Вихід аналогового комутатора сполучений з входом АЦП, вихід якого сполучений з першим входом АЛП, перший, другий, третій і четвертий виходи якого сполучені відповідно з входом ЦАП, входом індикатора порогового рівня, четвертим входом аналогового комутатора і запам'ятовуючого пристрою. Другий вхід АЛП сполучений з виходом пристрою, що запам'ятовує. Цифрова обробка сигналів дозволяє підвищити точність виміру і спростити процедуру регулювання і налаштування. Функціональна схема пропонованого пристрою приведена на рисунку 1.3

Принцип роботи зводиться до наступного: після включення напруги живлення виробляється установка робочої напруги на мостовій вимірювальній схемі 1. Для цього за допомогою АЛП 5 виставляється на ЦАП і 7 код, відповідний його мінімальній вихідній напрузі.

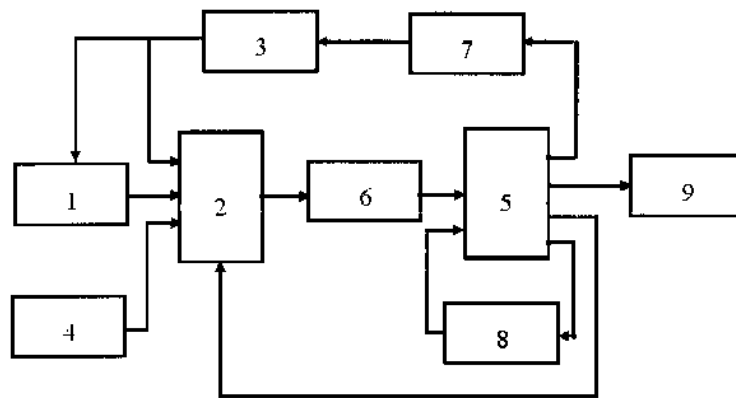


Рисунок 1.3 – Структурна схема сигналізатору:

1 - мостова вимірювальна схема, 2 - аналоговий комутатор, 3 - підсилювача постійного струму, 4 - аккумуляторна батарея, 5 - АЛП, 6 - АЦП, 7 - ЦАП, 8 - запам'ятовуючий пристрій, 9 - індикатор порогового рівня.

Потім через аналоговий комутатор 2 напруга з виходу підсилювача постійного струму 3 подається на вхід АЦП 6. Якщо напруга на вході мостової вимірювальної схеми 1 виявляється нижчим за номінальне значення, то з допомогою ЦАП 7 виробляють збільшення напруги. Так продовжують до тих пір, поки напруга на вході мостової вимірювальної схеми 1 не досягне номінального значення. Такий спосіб установки робочої напруги мостової

вимірювальної схеми дозволив виключити джерела опорної напруги і регульовальні елементи.

При появі метану в аналізованій газовій суміші відбувається його каталітичне окислення на поверхні робочого чутливого елементу, що приводить до підвищення температури і збільшення опору чутливого елементу. При цьому з'являється сигнал розбалансу в мостовій вимірювальній схемі 1, значення якого пропорційно вмісту метану в аналізованому повітрі. Сигнал з виходу мостової вимірювальної схеми 1 через аналоговий комутатор 2 поступає на вхід АЦП 6. Значення сигналу, виміряне з виходу мостової вимірювальної схеми 1, порівнюють із значенням сигналу, відповідним порогу спрацьовування сигналізації, яке є в запам'ятовуючому пристрої 8 (яке отримано при калібруванні сигналізатора). Якщо сигнал з мостової вимірювальної схеми 1 перевищує значення сигналу, відповідне пороговому рівню метану, то АЛП 5 видає застережливий сигнал на індикатор порогового рівня 9.

При контролі напруги акумуляторної батареї 4 вона через аналоговий комутатор 2 підключається на вхід АЦП 6. Якщо напруга на акумуляторній батареї 4 виявляється нижчим за допустиме значення, то АЛП 6 знімає напругу з мостової вимірювальної схеми 1 (з метою зниження споживаної потужності і запобігання глибокому розряду батареї) і видає на індикатор порогового рівня 9 сигнал, що свідчить про розряд акумуляторної батареї[5].

Недоліками даного сигналізатора є: Відсутність вимірювального каналу для виміру концентрації чадного газу CO, відсутність каналу передачі даних про аварійну ситуацію.

Копія патенту представлена в Додатку Б.

2.3 Аналізатор газів RU 62706 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів»

Пристрій для контролю концентрацій небезпечних газів відноситься до області засобів відбору і аналізу промислових викидів, і може бути використане для контролю повітряного басейну в містах і промислових центрах, у тому числі на пром. площадках підприємств і транспортних магістралях. Завданням

корисної моделі є поліпшення технічних характеристик пристрою і підвищення достовірності інформації про стан контролюваного середовища. Технічний результат, який може бути отриманий при використанні корисної моделі, полягає в розширенні діапазону вимірюваних газів, а також прив'язки моменту виміру концентрацій небезпечних газів по координатах місцевості і по метео умовах, що дозволяє робити виміри дистанційно. Поставлене завдання досягається тим, що пристрій для контролю концентрацій небезпечних газів містить систему датчиків концентрацій небезпечних газів, підсилювально-перетворюючі пристрої і запам'ятовуючі пристрої, інформаційне табло, пристрій сигналізації, систему управління і ЕОМ. При цьому в систему датчиків концентрацій небезпечних газів додатково включені метео датчики, сполучені з ЕОМ через підсилювально-перетворюючий пристрій, а також введені датчики координатометрування, сполучені безпосередньо з ЕОМ, а до складу ЕОМ введений порівняльний пристрій, сполучений з блоком значень гранично допустимих концентрацій небезпечних газів і через підсилювально-перетворюючий пристрій з системою датчиків концентрацій небезпечних газів. Таким чином, для пропонованого пристрою характерним є розширення можливостей по складу вимірюваних газів, можливість дистанційного його використання, оскільки воно одночасно вимірює метеорологічні дані, що впливає на якість виміру. Структурна схема представлена на рисунку 1.4.

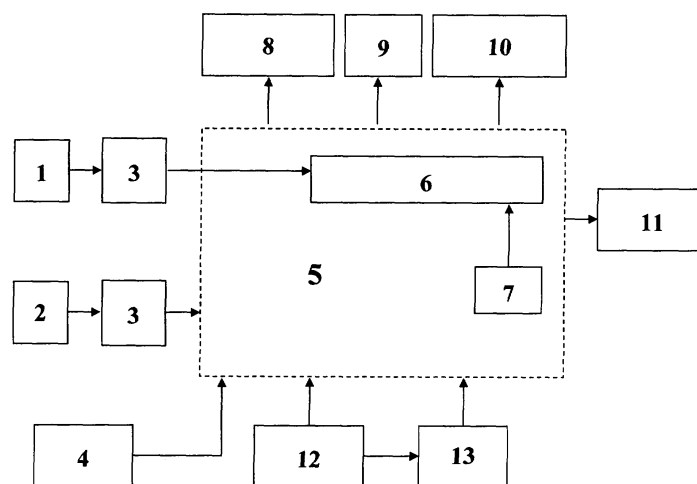


Рисунок 1.4 – Структурна схема пристрою:

1 - датчики вимірювання концентрацій газів; 2 – метеорологічні датчики; 3 - підсилювально-перетворюючий пристрій; 4 - датчики визначення координат; 5 -

ЕОМ; 6 – порівняльний пристрій; 7 - блок гранично допустимих концентрацій; 8 – запам'ятовуючий пристрій; 9 - інформаційне табло для відображення поточної інформації; 10 - пристрій тривожної сигналізації; 11 – інтерфейсний пристрій; 12 - система управління; 13 - таймер годинник реального часу.

Принцип роботи зводиться до: після подачі команди на вимір, сигнали з датчиків виміру концентрацій вимірюваних газів 1 і з метео сенсорів 2 через підсилювально-перетворюючий пристрій 3, а також з датчиків визначення координат 4 поступають на ЕОМ 5. На порівняльний пристрій 6 одночасно поступають сигнали як від вимірюваних датчиків, так і від блоку гранично допустимих концентрацій 7. Далі відбувається порівняння цих значень в ЕОМ. При включеному режимі протоколювання через певні відрізки часу записуються в пристрої, що запам'ятовує, 8. Отримані дані висвітлюються на інформаційному табло для відображення поточної інформації 9. У випадку, якщо станеться перевищення вимірюваного значення концентрації вище гранично допустимих концентрацій, то ЕОМ включає тривожну сигналізацію і переходить в режим протоколювання і прямої передачі інформації в персональний комп'ютер 11. Запит протоколу вимірів можливий з персонального комп'ютера у будь-який момент часу.

Пристрій може працювати в наступних режимах:

1. Черговий, в якому відбувається безперервний вимір величин концентрацій контрольованих небезпечних газів і порівняння їх з гранично допустимими значеннями, а також одночасний вимір метеоданих і координат місця виміру.

2. Режим протоколювання. Через задані проміжки часу виробляється запис в пам'ять пристрою вимірюваного значення величин контрольованих параметрів.

3. Режим зчитування інформації. Інформація передається з блоку запам'ятовуючого пристрою на інтерфейс комп'ютера.

4. Аварійний режим. У аварійному режимі при перевищенні гранично допустимих значень концентрацій спрацьовує тривожна сигналізація і пристрій

переходить в режим постійної передачі вимірних значень концентрацій контрольованих параметрів.

5. Режим прямої передачі результатів вимірів (термінальний режим) [6].

Недоліками даного пристрою для вирішення даної задачі є:

- використання додаткових датчиків (метео і координатновимірвальних) що буде підвищувати вартість готового приладу.
- використання вмонтованої сигналізації.

Копія патенту представлена в Додатку В.

2.4 Вибір прототипу для проектування сигналізатору

В результаті проведеного патентного пошуку знайдено патенти аналогічні розроблюваному приладу. Проте слід зазначити, що вони мають певні недоліки в конструкції і тому розроблення нового приладу є доцільним. За базу виберемо патент RU 2411511 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів», саме він є основою для створення структури розробки.

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АНАЛОГІВ СИГНАЛІЗАТОРУ АМІАКУ

3.1 Сигналізатор «Варта» (фірма «ТЕРМІО»)

Застосування та види промисловості для застосування сигналізатору «Варта» це виробництва з автоматичним безперервним контролем де використовують метан та можливі ситуації з виникненням концентрацій метану, що можуть призвести до вибуху. У випадку, коли концентрація метану перевищує гранично допустиме значення включається світлова та звукова сигналізація «Варти». При цьому відбувається передача електричних сигналів на зовнішні пристрої комутації зовнішніх електричних кіл. Зовнішній вигляд приладу «Варта 2 – 01П» (рис 3.1).



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд приладу «Варта 2 – 01П»

Для забезпечення безперебійної роботи при відсутності електроживлення виготовляються сигналізатори виконання ВАРТА 2-01А, ВАРТА 2-02А, ВАРТА 2-03А, складовою частиною яких є джерело безперебійного живлення (надалі – ДБЖ), вмонтоване в сигналізатор.

Для забезпечення живлення напругою 12В змінного чи постійного струму виготовляються сигналізатори виконання ВАРТА 2-01П, ВАРТА 2-02П,

ВАРТА 2-03П.

Для контролю за концентраціями метану, а також одночасного контролю об'ємної частки метану та окису вуглецю у повітрі, видачі світлової та звукової сигналізації, але без можливості передачі сигналів на зовнішні виконавчі пристрої і комутації зовнішніх електричних кіл виготовляються сигналізатори виконання ВАРТА 2-01Б, ВАРТА 2-03Б.

Сигналізатор застосовується для контролю об'ємної частки метану (Варта 2-01, Варта 2-01Б, Варта 2-01А, Варта 2-01П), окису вуглецю (Варта 2-02, Варта 2-02А, Варта 2-02П) та одночасного контролю об'ємної частки метану і окису вуглецю (Варта 2-03, Варта 2-03Б, Варта 2-03А, Варта 2-03П) в повітрі комунально-побутових приміщень, які не мають вибухонебезпечних зон за ПБЕ (Правила будови електроустановок).

Зазначимо умови експлуатації аналізатору метану «Варта»:

- діапазон температур повітря, під час яких аналізатор працює справно з заданою точністю, дорівнює $+1 \dots 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість не перевищує 95% за умови, що температура повітря $25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- атмосферний тиск $84,0 \dots 106,7\text{ кПа}$;
- напруга живлення змінного струму від 187 до 242 В (напруга живлення змінного чи постійного струму від 10 до 14В для виконання Варта 2-01П, Варта 2-02П, Варта 2-03П).

Режим роботи сигналізатора — безперервний. В залежності від контролюваного компонента і джерела живлення виконання сигналізаторів класифікуються у відповідності до таблиці 1.

Технічні характеристики аналізатору наведено нижче

Контрольовані компоненти — метан та (або) окис вуглецю.

Число порогів спрацьовування сигналізації — один поріг по кожному контролюваному компоненту.

Номінальне значення порогів спрацьовування сигналізації:

- за метаном — 20 % НКПР (нижньої концентраційної границі

поширення полум'я),

- за окисом вуглецю — 0,005 %.

Примітка НКПР метану у повітрі відповідає об'ємній частці 5 %.

Границі допустимої основної абсолютної похибки спрацювання сигналізації:

- при контролі метану — ± 5 % НКПР;
- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,002$ %.

Потужність, що споживається, не більше – 5,5 ВА;

Габаритні розміри сигналізатору не перевищують зазначених показників:

- 125 x 120 x 55 міліметрів.

Маса, кг, не більше:

- 0,5;
- 0,4 (для виконання сигналізаторів модифікацій «П»);
- 0,6 (з ДБЖ).

Межі абсолютної похибки спрацювання сигналізації в умовах впливу граничних робочих температур і відносної вологості:

- при контролі метану — ± 7 % НКПР;
- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,003$ %.

Час спрацьовування сигналізації, не більше: 60 с (за метаном), 180 с (за окисом вуглецю).

Час роботи сигналізатора від ДБЖ повинно бути, не менше:

- 24 год., у тому числі в режимі аварійної сигналізації – 40 хв.;
- 3 год. в режимі аварійної сигналізації.

Рівень звукового тиску при видачі звукового сигналу по осі звуко випромінювача на відстані 1 м – не менше 85 дБА.

Час само тестування сигналізатора – не більше 60 секунд.

Параметри комутованих електричних кіл при спрацюванні аварійної сигналізації:

- напруга - до 250 В;
- сила струму - до 5 А.

Пікова напруга імпульсного вихідного сигналу - від 9 до 12 В.

Ступінь захисту оболонки від зовнішніх впливів за ГОСТ 14254 - IP30.

Сигналізатори витримують вплив на протязі 10 хв. перевантаження:

- по об'ємній частці метану до 45 % НКПР,
- по об'ємній частці окису вуглецю 0,025 %.

Час самовідновлення - не більше 10 хв.

Радіозавади, створювані сигналізатором, не перевищують рівень, встановлений за ГОСТ 23511.

Сигналізатор стійкий до впливу електростатичних розрядів за ГОСТ 29191.

Сигналізатор в транспортній тарі є стійким до впливу:

- температури навколишнього середовища від мінус 30 до +50 °С (для виконання сигналізаторів з ДБЖ – від мінус 20 до +45 °С);
- відносної вологості до 98 % при температурі 25 °С;
- трясок частотою 80 ... 120 ударів на хвилину.

Середнє значення напрацювання на відмову алізатору перевищує 30000 годин.

Термін дії сигналізатора – понад 10 років [7].

Переваги: наявність великої кількості моделей що дозволяє підібрати під конкретне завдання свій прилад, довгий строк дії, не висока ціна.

Недоліки: відсутність моделей з автономним джерелом живлення, відсутність бездротової передачі даних, низька швидкодія.

3.2 «АВУС-КОМБІ» (фірма «Авангард»)

Застосування та види промисловості для застосування сигналізатору «АВУС-КОМБІ» це виробництва з автоматичним безперервним контролем де використовують метан та можливі ситуації з виникненням підвищених концентрацій метану, що можуть призвести до вибуху, та перевищених концентрацій чадного газу. У випадку, коли концентрація метану перевищує гранично допустиме значення включається світлова та звукова сигналізація «АВУС-КОМБІ». Зображення сигналізатору «АВУС – КОМБІ» представлено на рисунку 3.2.

Зазначимо нижче основні умови експлуатації сигналізатору:

- діапазон температур повітря, під час яких аналізатор працює

справно з заданою точністю, дорівнює - 10 ... 40 °С;

- відносна вологість не перевищує 95% за умови, що температура повітря 25 °С;
- атмосферний тиск 84,0...106,7 кПа;
- напруга живлення змінного струму від 187 до 242 В.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд приладу «АВУС-КОМБІ»

Режим вимірювання даного сигналізатору є безперервним.

Зазначимо основні технічні характеристики сигналізатору, який описуємо в даному підрозділі.

Компонентами для контролю та вимірювання у газовій суміші можуть бути метан та чадний газ.

Кількість порогів спрацьовування сигналізації – один поріг по кожному контрольованому компоненту. Тобто поріг чутливості метану та чадного газу є однаковим. Хочемо зазначити, що діапазон вимірювання метану та чадного газу дорівнює від 0,1% до 0,5% від загального об'єму. Що задовольняє умовам

технічного завдання до нашого дипломного проекту бакалавра.

Номінальні значення порогів спрацьовування сигналізації у випадку перевищення концентрації гранично допустимих показників метану й чадного газу:

- за метаном — 7% і 15% НКПР (нижньої концентраційної границі поширення полум'я),
- за окисом вуглецю — 0,005 %.

Межі абсолютної похибки спрацювання сигналізації дорівнюють:

- під час контролю метану — $\pm 2,5$ % НКПР;
- під час контролю чадного газу — $\pm 0,002$ %.

Потужність, що споживається, не перевищує – 5,5 ВА;

Габаритні розміри сигналізатору не перевищують зазначених показників:

- діаметр 100 міліметрів і висота 50 міліметрів.

Маса сигналізатору не перевищує 0,25 кілограм.

Межі допустимої абсолютної похибки спрацювання сигналізації в умовах впливу граничних температур та відносної вологості:

- під час контролю метану ± 7 % НКПР;
- під час контролю чадного газу $\pm 0,003$ %.

Час спрацьовування сигналізації, не перевищує: 30 секунд для метану, та 150 секунд для чадного газу.

Показник звукового тиску при включеній сигналізації аналізатору на відстані 1 метр – не перевищує 85 децибел.

Максимальна напруга вихідного сигналу 9 ... 12 В.

Ступінь захисту корпусу відповідає ГОСТ 14254 - IP30.

Сигналізатори витримують вплив на протязі 10 хвилин перевантаження:

- по об'ємній частці метану до 45 % НКПР,
- по об'ємній частці окису вуглецю 0,025 %.

Час самовідновлення - не перевищує 10 хвилин.

Радіозавади, що створюються сигналізатором, не перевищують рівень завад, встановлений за ГОСТ 23511.

Даний сигналізатор має стійкість до впливу електростатичних розрядів

відповідно до ГОСТ 29191.

Сигналізатор при транспортуванні є стійким до впливу:

- температури навколишнього середовища за умов $-30...+50^{\circ}\text{C}$;
- відносної вологості повітря менше 98% за умови температури 25°C ;
- транспортної тряски з частотою 80...120 ударів на хвилину.

Середній показник напрацювання на відмову сигналізатору не повинен перевищувати 20000 годин.

Термін роботи сигналізатору – не перевищує 5 років.

Показник часу відновлення працездатності сигналізатору не перевищує 1 години [8].

Переваги: невисока питома потужність, модульний принцип створення, низька чутливість до змін в навколишньому середовищі, висока селективність, довгий строк дії.

Недоліки: відсутність автономного джерела живлення, відсутність бездротової передачі даних, низька швидкодія.

3.3 «Страж» (фірма «РЕНОМЕ»)

Призначення та галузь застосування

Застосування сигналізатору «СТРАЖ» це виробництва з автоматичним безперервним контролем де використовують метан та можливі ситуації з виникненням підвищених концентрацій метану, що можуть призвести до вибуху, та перевищених концентрацій чадного газу. У випадку, коли концентрація метану перевищує гранично допустиме значення включається світлова та звукова сигналізація «СТРАЖ». Зовнішній вигляд приладу «СТРАЖ» наведено на рисунку 3.3.

Для забезпечення безперебійної роботи при відсутності електроживлення виготовляються сигналізатори, складовою частиною яких є джерело безперебійного живлення (надалі – ДБЖ), вмонтоване в сигналізатор;

Умови експлуатації сигналізатору наведено нижче:

- температура повітря при вимірюванні $+1...+40^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість повітря при вимірюванні не повинна перевищувати

80% за умови температури 25°C;

- атмосферний тиск 84...106,7 кПа;

- напруга живлення змінного струму від 187 до 242 В.

Режим роботи сигналізатора — безперервний.

Технічні характеристики сигналізатору «СТРАЖ» наведено нижче:

Компонентами для контролю та вимірювання у газовій суміші можуть бути метан та чадний газ.

Число порогів спрацьовування сигналізації — один поріг по кожному контролюваному компоненту.

Номінальне значення порогів спрацьовування сигналізації:

- за метаном — 20 % НКПР (нижньої концентраційної границі поширення полум'я),

- за окисом вуглецю — 0,005 %.



Рис 3.3 - Зовнішній вигляд приладу «СТРАЖ»

Границі допустимої основної абсолютної похибки спрацювання сигналізації:

- при контролі метану — ± 5 % НКПР;

- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,002$ %.

Потужність, що споживається, не більше – 4 ВА;

Габаритні розміри сигналізатору не перевищують:

- 112 x 72 x 45 міліметрів;

Маса сигналізатору не перевищує:

- 0,4 кілограми;
- 0,6 кілограми (з блоком живлення).

Границі допустимої абсолютної похибки спрацювання сигналізації в умовах впливу граничних робочих температур і відносної вологості:

- при контролі метану — $\pm 7\%$ НКПР;
- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,003\%$.

Час спрацювання сигналізації, не більше: 60 секунд для метану та 60 секунд для чадного газу.

Час роботи сигналізатора від ДБЖ повинно бути, не менше:

- 24 годин, у тому числі в режимі аварійної сигналізації – 40 хвилин;
- 3 години в режимі аварійної сигналізації.

Рівень звукового тиску при видачі звукового сигналу по осі звукового випромінювача на відстані 1 м – не менше 85 дБА.

Час самостійного тестування сигналізатора – не більше 60 секунд.

Параметри комутованих електричних кіл при спрацюванні аварійної сигналізації:

- напруга до 250 В;
- сила струму до 5 А.

Пікова напруга імпульсного вихідного сигналу - від 9 до 12 В.

Ступінь захисту оболонки від зовнішніх впливів за ГОСТ 14254 - IP30.

Сигналізатори витримують вплив на протязі 10 хв. перевантаження:

- по об'ємній частці метану до 45 % НКПР,
- по об'ємній частці окису вуглецю 0,025 %.

Час самовідновлення - не більше 10 хв.

Радіозавади, що створюють сигналізатор, не перевищують рівень, який встановлено відповідно ГОСТ 23511.

Сигналізатор стійкий до впливу електростатичних розрядів за ГОСТ 29191.

Сигналізатор в транспортній тарі є стійким до впливу:

- температури навколишнього середовища – 30...+50 °С;
- відносної вологості до 98 % за умов температури 25 °С;
- транспортної тряски з частотою від 80 до 120 ударів на хвилину.

Напрацювання на відмову сигналізатору понад 30000 годин.

Повний середній термін дії сигналізатора – не менше 10 років.

Середній час відновлення працездатності сигналізатора шляхом обслуговування чи поточного ремонту не більше 1 години.

Переваги: висока надійність, невисока ціна, багатофункціональність, невисока питома потужність, низька чутливість до змін в навколишньому середовищі, висока селективність.

Недоліки: відсутність автономного джерела живлення, відсутність бездротової передачі даних, низька швидкодія [9].

3.4 Сигналізатор СГБ-1 (фірма «РОСС»)

Сигналізатор газу СГБ-1 використовують для того, щоб вчасно виявити наявність шкідливих та горючих газів в складі навколишнього повітря. Сигналізатор призначений для автоматичного і безперервного контролю концентрації вибухонебезпечних і токсичних газів в повітрі. При виникненні в повітрі небезпечною для життя і здоров'я людини концентрації вибухонебезпечного або токсичного газу сигналізатор автоматично включає світлозвукову сигналізацію, відключає подачу газу і / або включає примусову вентиляцію повітря. Зовнішній вигляд приладу «СГБ-1» представлено на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд приладу «СГБ-1»

Для безперебійної роботи «СГБ-1» при відсутності електроживлення виготовляються сигналізатори, складовою частиною яких є джерело безперебійного живлення (надалі – ДБЖ), що вмонтоване в сигналізатор.

Для забезпечення живлення напругою 12 В змінного чи постійного струму виготовляються сигналізатори спеціальної конструкції.

Умови експлуатації аналізатору «СГБ-1» наведено нижче:

- температура повітря для можливості проведення вимірювання + 3 ...42°C;
- показник відносної вологості повітря робочої зони не повинен перевищувати 95% за умови температури робочого повітря 25°C;
- атмосферний тиск 84...106,7 кПа;
- напруга живлення змінного струму від 187 до 242 В

Сигналізатор може працювати безперервно.

До основних технічних характеристик слід віднести наступні:

Газами, що контролює сигналізатор СГБ-1 є метан та окис вуглецю.

Кількість порогів спрацьовування сигналізації – один поріг по кожному контрольованому компоненту.

Номінальне значення порогів спрацьовування сигналізації:

- за метаном — 20 % НКПР (нижньої концентраційної границі поширення полум'я),
- за окисом вуглецю — 0,005 %.

Границі допустимої основної абсолютної похибки спрацювання сигналізації:

- при контролі метану — $\pm 5 \%$ НКПР;
- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,002 \%$.

Потужність, що споживається, не більше – 5,5 ВА;

Габаритні розміри сигналізатору не перевищують:

- 125 x 120 x 55 міліметрів.

Маса, кг, не більше:

- 0,5 кілограм;
- 0,4 кілограм (для виконання сигналізаторів модифікацій «П»);
- 0,6 кілограм (з додатковим блоком живлення).

Границі допустимої абсолютної похибки спрацювання сигналізації в умовах впливу граничних робочих температур і відносної вологості:

- при контролі метану — $\pm 7 \%$ НКПР;
- при контролі окису вуглецю — $\pm 0,003 \%$.

Час спрацьовування сигналізації, не більше за 60 секунд при вимірюванні метану та 170 секунд при вимірюванні окису вуглецю (чадного газу).

Час роботи сигналізатора від додаткового блоку живлення повинно бути, не менше:

- 24 години, у тому числі в режимі аварійної сигналізації – 40 хвилин;
- 3 години в режимі аварійної сигналізації.

Рівень звукового тиску при ввімкненні сигналізації на відстані 1,2 метр не менше 90 децибел.

Час самостійного тестування сигналізатора – не більше 1 хвилини.

Параметри комутованих електричних кіл при спрацюванні аварійної сигналізації:

- напруга - до 250 В;
- сила струму - до 5 А.

Пікова напруга імпульсного вихідного сигналу - від 9 до 12 В.

Ступінь захисту оболонки від зовнішніх впливів за ГОСТ 14254 - IP30.

Сигналізатори витримують вплив на протязі 10 хвилин перевантаження:

- по об'ємній частці метану до 45 % НКПР,
- по об'ємній частці окису вуглецю 0,025 %.

Час самовідновлення - не більше 10 хв.

Радіозавади, створювані сигналізатором, не перевищують рівень, встановлений за ГОСТ 23511.

Сигналізатор стійкий до впливу електростатичних розрядів за ГОСТ 29191.

Сигналізатор в транспортній тарі є стійким до впливу:

- температури навколишнього середовища від мінус 30 до +50 °С (для виконання сигналізаторів з ДБЖ – від мінус 20 до +45 °С);
- відносної вологості до 98 % при температурі 25 °С;

Повний середній термін дії сигналізатора – не менше 10 років.

Середній час відновлення працездатності сигналізатора шляхом обслуговування чи поточного ремонту - не більше 1 року [10].

Проведений пошук аналогів та аналіз їх технічних параметрів і характеристик, а також конструкцій виконання, дало змогу скласти уявлення про зовнішній вигляд та місцезнаходження розробки серед аналогів.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИГНАЛІЗАТОРА

Структурна схема функції перетворення представлена на рисунку 4.1.

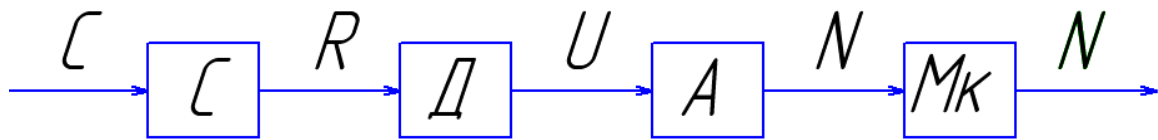


Рисунок 4.1 – Структурна схема функції перетворення:

С – сенсор TGS3870, Д – дільник напруги, А – аналого-цифровий перетворювач, МК – мікроконтролер.

Функція перетворення полягає в наступному. Вибраний вимірювальний перетворювач (ВП) TGS3870 змінює свій опір, залежно від концентрації вимірюваного газу. При зростанні концентрації опір ВП зменшує свій опір. ВП включений в до дільника напруги як нижнє плече буде видавати функцію напруги котра буде залежати від концентрації. В АЦП напруга перетворюється на двійкову послідовність котра відповідає певному рівню напруги. В мікроконтролері двійкова послідовність розшифровується, а також корегується в залежності від поправочних коефіцієнтів записаних в флеш пам'ять МК.

Структурна схема сигналізатора представлена на рис 4.2. Принцип роботи сигналізатору зводиться до наступного. Після подачі живлення на МК і ініціалізації робочої програми МК подає сигнал на блок мультиплексорів М1 котрий вибирає потрібний режим нагрівача сенсору С1. С1 працює в імпульсному режимі подає напругу через порт П1 на А де вона перетворюється на двійкову комбінацію на виході з А. За допомогою робочої програми ЦП оброблює данні вносячи потрібні поправочні коефіцієнти та порівнюючи результат з записаними в пам'ять МК нормативами. В той час коли сенсор С1 не передає інформацію на МК, МК подає сигнал на блок мультиплексорів М2, що активує роботу сенсору температури С2, котрий подає напругу через порт П1 на А де вона перетворюється на двійкову вимірювання концентрації газів. У випадку перевищення нормативів записаних в МК спрацьовує підпрограма передачі даних через SPI інтерфейс на радіо модем.

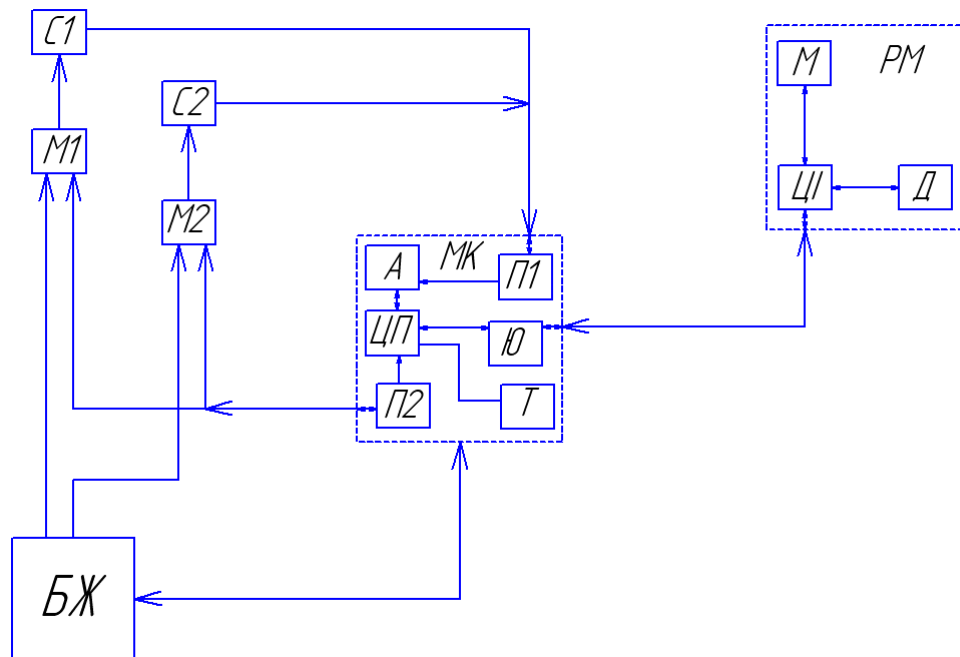


Рисунок 4.2 – Структурна схема сигналізатору

С1 – Блок вимірювання концентрацій, С2 – блок вимірювання температури, М1 і М2 – блоки мультиплексорів С1 і С2, МК мікроконтролер, А – аналого-цифровий перетворювач, ЦП – центральний процесор, П1 і П2 – порти вводу-виводу, Ю – SPI інтерфейс, Т – тактова система, РМ – радіо модем [12], М – цифровий модулятор, Д – цифровий демодулятор, ЦІ – цифровий інтерфейс, БЖ – блок живлення.

Розроблена структура сигналізатора дає змогу провести подальше обґрунтування вибору елементної бази сигналізатору та відповідних схемо технічних рішень.

РОЗДІЛ 5 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИГНАЛІЗАТОРА

5.1 Вибір мікроконтролера

Проаналізувавши світовий ринок МКкомпонентів, а також врахувавши вимоги до МК, котрий потрібен для реалізації поставленої задачі, а саме: наявність SPI інтерфейсу для роботи з радіомодемом, таймерів, підтримання переривань, флеш пам'яті не менше 8 Кб, АЦП, низьку енергоспоживчість, вибрано МК MSP430G2233 фірми Texas Instruments серії MSP430. Даний МК задовольняє всім поставленим вимогам[11].

5.2 Вибір радіомодему

Для виконання вимог технічного завдання потрібен радіо модем який має: частоту радіоканалу 2,4 ГГц, радіус радіоканалу не менше 80 м, потужність випромінювання не більше 10 мВт, невелику енергоспоживчість. Даним вимогам відповідає радіомодем CC2420, котрий використовується для стандарту IEEE802.15.4/ZigBee. Даний радіо модем відповідає всім технічним даним, котрі були поставлені в технічному завданні [12].

5.3 Вибір сенсора

Результатом аналізу методів вимірювання концентрації метану і чадного газу (див пункт 1.1) було обрання абсорбційного методу вимірювання, а саме метод вимірювання за допомогою тонко плівкових НПЧЕ. На світовому ринку представлено досить багато сенсорів для виміру метану та чадного газу від різних фірм, але фірма «Figaro» випускає сенсори котрі об'єднують в собі вимірювання обох газів. Вибір такого сенсору зменшить енергоспоживчість та зробить друковану плату меншою в порівнянні з аналогами. Тому було обрано сенсор TGS3870 фірми «Figaro» [13].

Розрахунок опорів потрібних для живлення нагрівача сенсора TGS3870

За законом Ома (5.1) і формулою потужності визначаємо струм і опори потрібні для подання потрібної напруги на нагрівач.

$$R = \frac{U}{I}, \quad (5.1)$$

$$I = \frac{P}{U} \quad (5.2)$$

Для живлення нагрівача сенсору потрібна напруга котра дорівнює 0,2 В і 0,9 В. Напруга живлення з батареї становить 3 В. Потужність котру споживає нагрівач при напрузі 0.9 В дорівнює 120 мВт. Знаходимо струм котрий повинен проходити через нагрівач (5.3)[14].

$$I = \frac{P}{U} = \frac{120 \cdot 10^{-3}}{0.9} = 133,3 \text{ мА} \quad (5.3)$$

Звідки знаходимо (за формулою 5.1) значення опору потрібного для отримання напруги у 0,9 В:

$$R = \frac{U_{\text{ж}} - U_n}{I} = \frac{3 - 0,9}{0,1333} = 16 \text{ Ом} \quad (5.4)$$

Так само знаходимо струм (5.5) і опір (5.6) для напруги 0.2 В при споживаній потужності 11 мВт:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{11 \cdot 10^{-3}}{0.2} = 55 \text{ мА} \quad (5.5)$$

$$R = \frac{U_{\text{ж}} - U_n}{I} = \frac{3 - 0,2}{0,1333} = 45 \text{ Ом} \quad (5.6)$$

5.4 Розрахунок поправочних коефіцієнтів для сенсора TGS3870

Розрахунок поправочних коефіцієнтів не лінійності сенсора. В напівпровідникових сенсорах залежність зміни опору від концентрації вимірюваного газу суттєво нелінійна. Для ліанерізації цієї залежності використовуються різні методи. Схемотехнічні рішення, введення додаткових перетворюючих елементів. Програмні рішення додавання певних коефіцієнтів до результату виміру для отримання точних результатів. Для даної роботи оптимальніше буде використати метод коефіцієнтів. Котрі будуть записані в мікроконтролер і після виміру за допомогою певного алгоритму результати будуть корегуватися.

В документації наданій розробником сенсора TGS3870 є графіки

залежності опору від концентрації в логарифмічному масштабі (залежність опору сенсору від концентрації CO рисунок 5.1 , залежність опору сенсору від концентрації CH₄ рисунок 5.2).

Опір R_o при вимірюванні метану коливається від 0,35-3500 Ом при концентрації $CSH_4=3000$ ppm. Вибираємо сенсори з опором $R_o=3000$ Ом. Опір R_o при вимірюванні чадного газу коливається від 3-40000 Ом при концентрації $CCO=100$ ppm. Вибираємо сенсори з опором $R_o=3000$ Ом.

Враховуючі данні технічного завдання розрахунок і переведення будемо вести для концентрацій метану 0,01 % (1000 ppm) – 0,5 % (5000 ppm) від загального об'єму, для чадного газу 0,003 % (30 ppm) – 0,01 % (100 ppm) від загального об'єму [13].

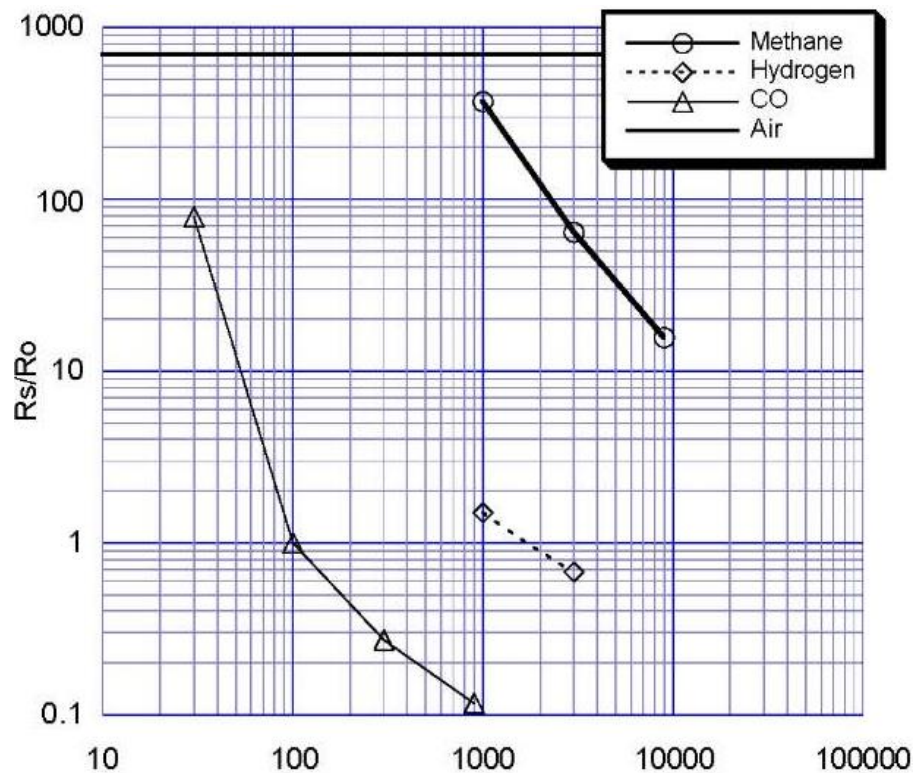


Рисунок 5.1 – Логарифмічна залежність опору сенсору TGS3870 від концентрації метану та інших газів.

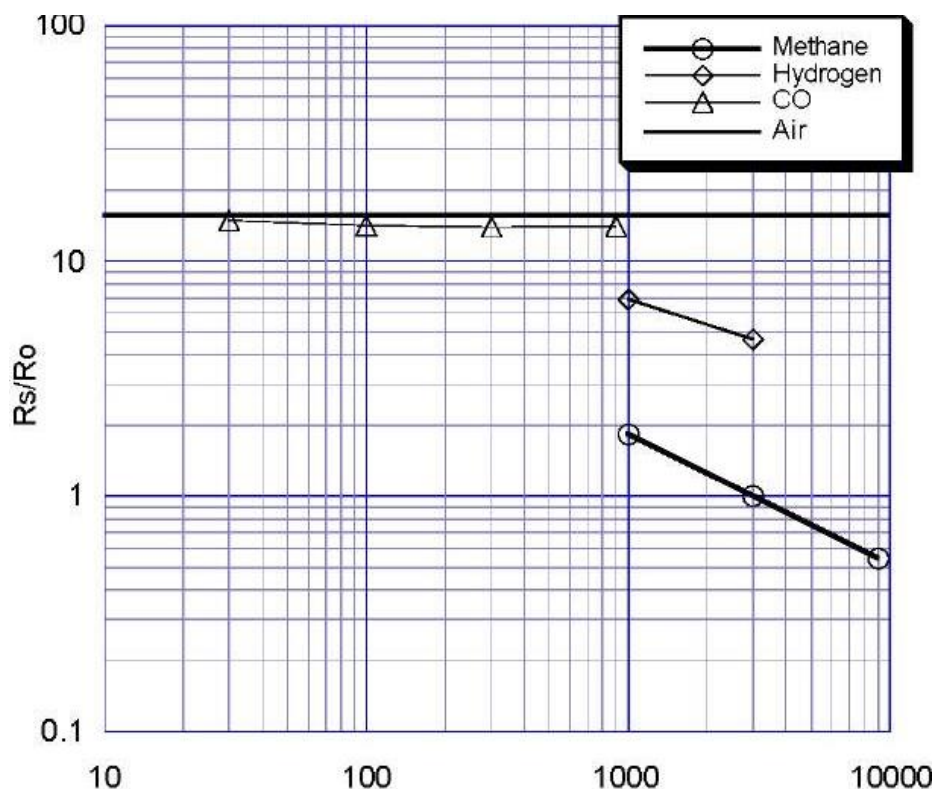


Рисунок 5.2 – Логарифмічна залежність опору сенсору TGS3870 від концентрації метану та інших газів.

Дані з рисунків 5.1 і 5.2 перенесемо в таблицю 5.1 враховуючи логарифмічний масштаб і вибраний базовий опір сенсору. Але обмежимося концентраціями, котрі задані в технічному завданні.

Таблиця 5.1 Залежність опору сенсора від концентрації газів

$R_s(\text{CH}_4)$ Ом	$R_s(\text{CO})$ Ом	CCH_4 , ppm	CCO , ppm
5400	240000	1000	30
3750	90000	2000	40
3000	37500	3000	50
2550	18750	4000	60
2250	11250	5000	70
	6750		80
	4800		90
	3000		100

За законом Ома 5.1 і врахуванням падіння напруги, а також, що струм,

котрий проходить через дільник напруги не змінний незалежно від того, через яке плече він проходить отримаємо формулу 5.7, за допомогою якої можна визначити залежність вихідної напруги від концентрації вимірюваного газу.

$$U_{\text{вих}} = \frac{5 \cdot R_s}{R_l + R_s} \quad (5.7)$$

Перерахувавши за формулою 5.7 таблицю 5.1 отримуємо таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 Залежність вихідної напруги сенсора від концентрації газів

U _{вих} (CH ₄) В	U _{вих} (CO)В	CCH ₄ , ppm	CCO, ppm
2,5	2,5	1000	30
2,04918	1,363636	2000	40
1,785714	0,675676	3000	50
1,603774	0,362319	4000	60
1,470588	0,223881	5000	70
	0,136778		80
	0,098039		90
	0,061728		100

Таблицю 5.2 представимо у вигляді графіків залежності вихідної напруги від концентрації метану (рисунок 5.3) і чадного газу (рисунок 5.4). Для ліанерізації залежності вихідної напруги від концентрації виберемо функцію для чадного газу (5.8), метану (5.9). Після приведення графіків функції визначимо поправочні коефіцієнти для ліанерізації залежності і запишемо їх в таблицю 5.3 [14].

$$U_{\text{вих}} = 3,55 - 0,035 \cdot C(\text{CO}) \quad (5.8)$$

$$U_{\text{вих}} = 2,77 - 0,00026 \cdot C(\text{CO}) \quad (5.9)$$

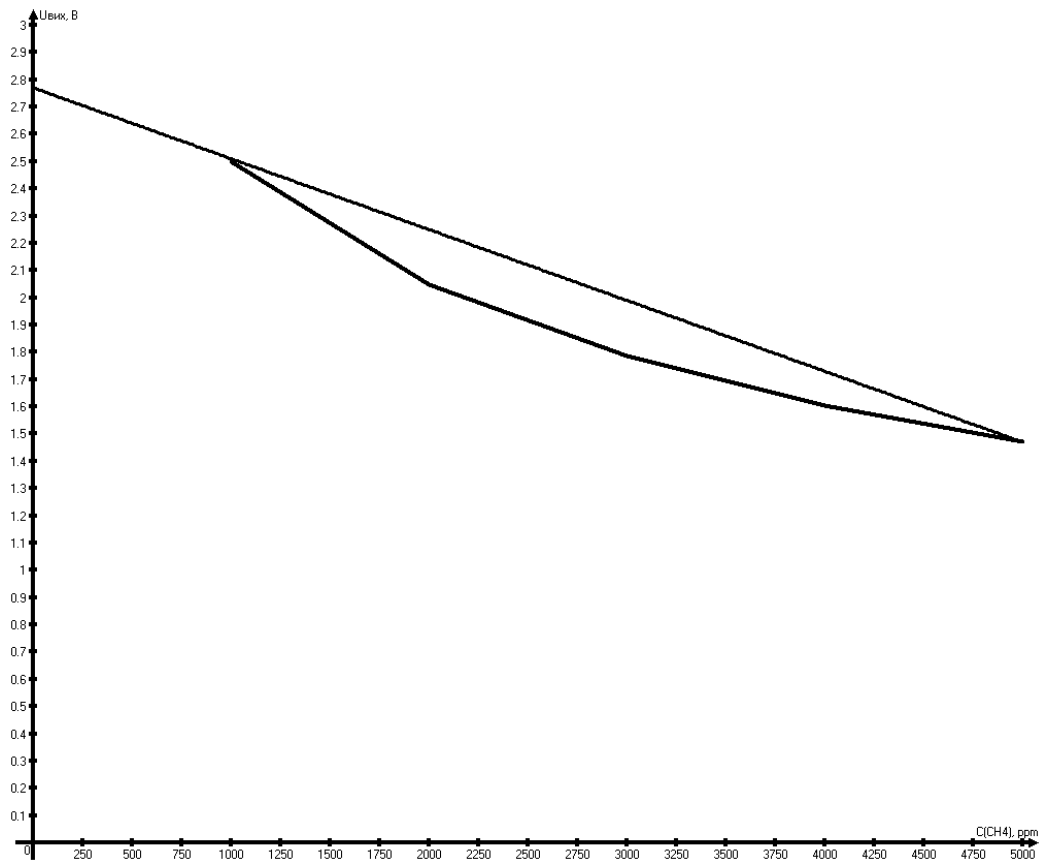


Рисунок 5.3 Залежність вихідної напруги від концентрації метану

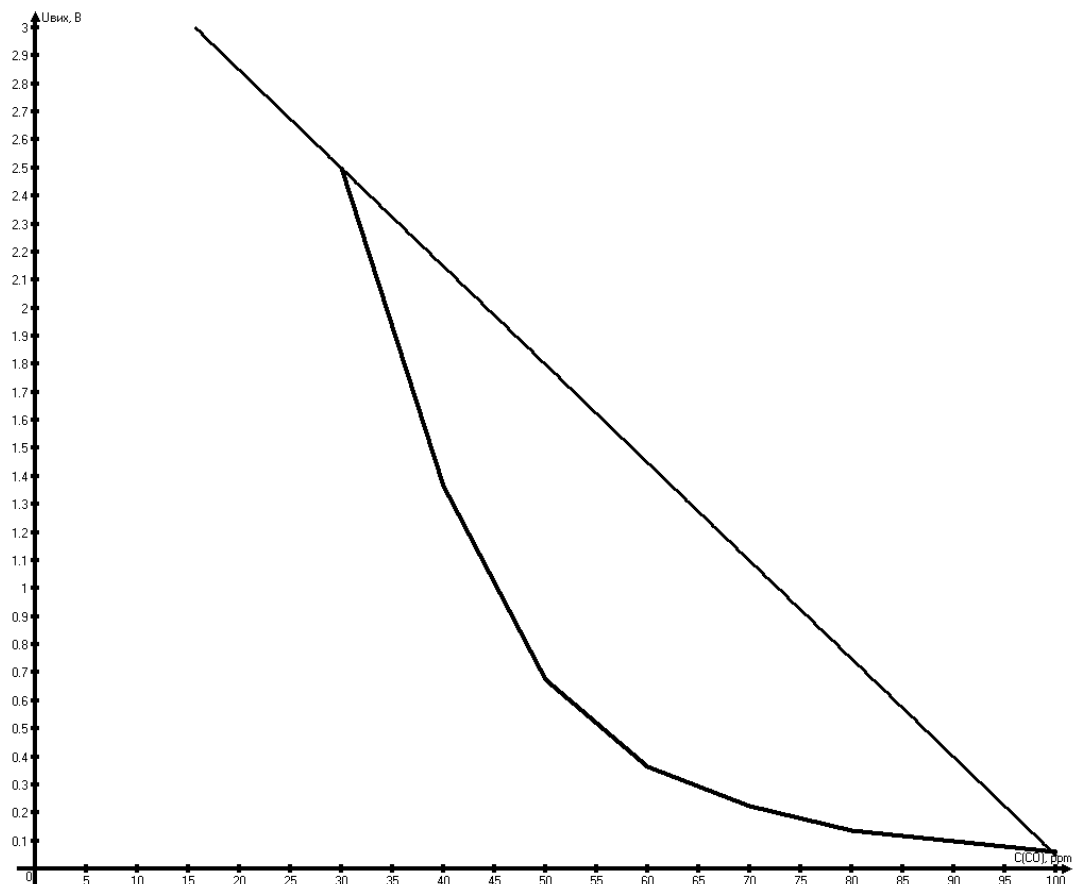


Рисунок 5.4 Залежність вихідної напруги від концентрації чадного газу

Таблиця 5.3 Поправочні коефіцієнти для ліанерізації функції залежності вихідної напруги від концентрації газів

U _{вих} (CH ₄) В	U _{вих} (CO)В	ССН ₄ , ppm	ССО, ppm
0	0	1000	30
+0,25082	+0,78636	2000	40
+0,11429	+1,12432	3000	50
+0,12123	+1,08768	4000	60
0	+0,87612	5000	70
	+0,66322		80
	+0,35196		90
	0		100

Розрахунок температурних поправочних коефіцієнтів сенсора

Виходячи з технічних даних наданих розробником сенсору TGS3870 вихідна напруга з сенсору залежить від температури. На рисунку 5.5 представлений графік залежності опору від температури на різних концентраціях метану, те саме тільки для чадного газу представлено на рисунку 5.6.

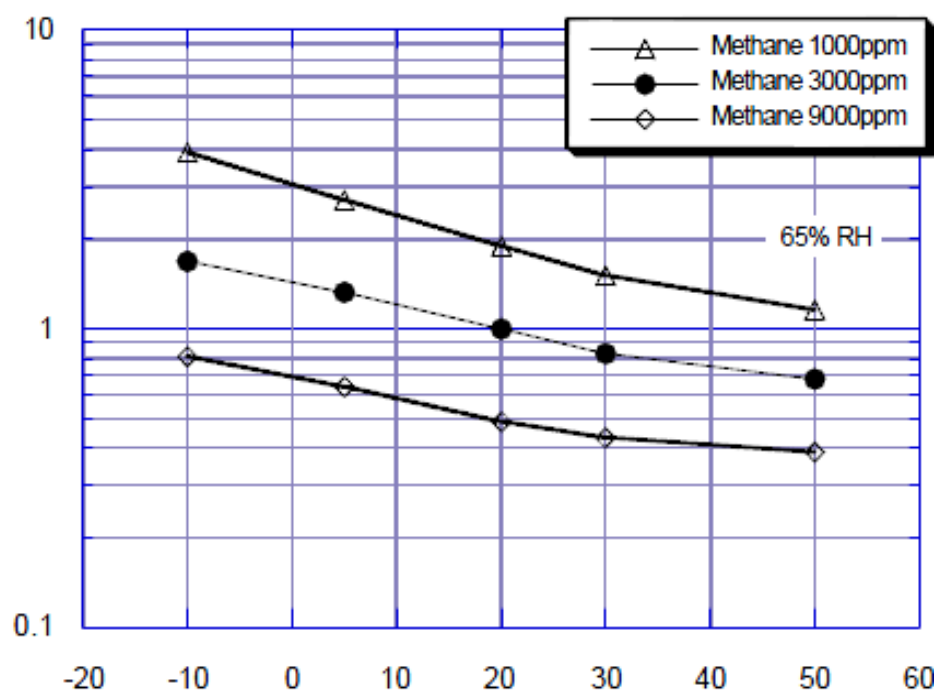


Рисунок 5.5 Залежність зміни опору від температури(CH₄)

Для того, щоб не отримати похибку вимірювання потрібно враховувати температурну складову зовнішнього середовища. Тому були проведені

розрахунки поправочних коефіцієнтів для вимірів метану(1000,3000 ppm) і чадного газу(30,100 ppm), котрі були занесені в таблицю 5.5 [13].

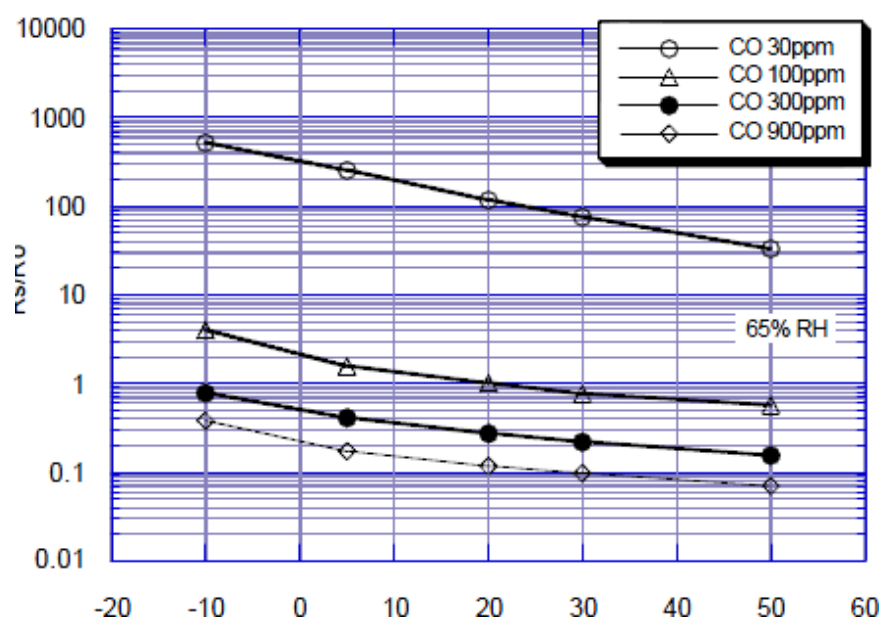


Рисунок 5.6 Залежність зміни опору від температури(CO)

Данні з рисунків 5.5 і 5.6 обробимо враховуючі опори при тій самій концентрації при нормальних умовах роботи сенсору (20°C) і занесемо в таблицю 5.4. Розрахунки ведемо тільки для концентрацій котрі входять до ТЗ.

Таблиця 5.4 Поправочні коефіцієнти для ліанерізації функції залежності опору від концентрації газів

T	C (CH ₄) ppm		C (CO) ppm	
	1000	3000	30	100
	Kst Ом Uтп B			
-10	-6600	-2400	-1260000	-9000
0	-3600	-1500	-660000	-3600
10	-1800	-750	-360000	-1500
20	0	0	0	0
30	+600	+750	+15000	+900
40	+1200	+1050	+90000	+1200
50	+1380	+1200	+135000	+1350

Данні з таблиці 5.4 за формулою 5.7 перерахуємо і занесемо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 Поправочні коефіцієнти для ліанерізації функції залежності вихідної напруги від температури

U _{вих} (CH ₄) В	U _{вих} (CO)В	ССН ₄ , ppm	ССО, ppm
0	0	1000	30
+0,25082	+0,78636	2000	40
+0,11429	+1,12432	3000	50
+0,12123	+1,08768	4000	60
0	+0,87612	5000	70
	+0,66322		80
	+0,35196		90
	0		100

5.5 Розрахунок вимірювального кола сенсора

Для виміру концентрацій метану і чадного газу використаємо дільник напруги нижнім плечем якого буде TGS3870, температурну компенсацію зробимо за рахунок іншого дільника напруги нижнім плечем якого буде термоопір. Для того щоб потужність споживана датчиком не перевищувала максимальну допустиму для нього (15 мВт) потрібно вибрати верхнє плече моста яке буде дорівнювати максимальному опору датчика, адже максимальна потужність буде коли ці опори рівні. Отже, при виміру метану вмикаємо плече з опором 5400 Ом, при виміру чадного газу 240 кОм.

5.6 Вибір термоопору

Враховуючи залежність опору НПЧЕ від температури потрібно термостабілізувати або термокомпенсувати коло вимірювання. Це можна зробити двома способами. Включити в коло вимірювання термоопори котрі будуть компенсувати похибку від температури або виміряти температуру і програмно вилучити похибку від температури. Враховуючи наявність АЦП і можливість зменшення габаритів приладу вибираємо другий спосіб і формуємо коло вимірювання температури за допомогою дільника напруги нижнім плечем якого є термоопір. Для цього вибираємо опір 5400 Ом і термоопір котрий має

опір при 20°C опір 5400 Ом. Напругу підключимо від кола живлення сенсору.

В цьому розділі був зроблений обґрунтований вибір елементів таких як: мікроконтролер MSP430G2233, радіо модем CC2420, сенсор TGS3870. Розраховані опори для нагрівача, опори для нормальної роботи сенсору, опори для виміру температури. Були розраховані поправочні коефіцієнти котрі дозволяють зробити функцію залежності вихідної напруги від концентрації більш лінійною і компенсувати зовнішні похибки від температури зовнішнього середовища.

РОЗДІЛ 6 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ ТА АЛГОРИТМІЧНИХ РІШЕНЬ

Для нормальної роботи сенсору потрібно постійно подавати напругу на нагрівач: протягом 5 с подається 0,9 В; протягом 15 с подається 0,2 В. Для вибору потрібного каналу напруги використано мультиплексор з цифровим управлінням. Таку саму схему використано для вибору потрібного опору навантаження сенсору. Для отримання імпульсної напруги 5 В на чутливий елемент застосуємо послідовно підсилювач і мультиплексор з цифровим управлінням.

Розглянемо принцип дії сигналізатору згідно схеми електричної принципової.

Після включення живлення, МК DD3 починає працювати відповідно до робочої програми. Через мультиплексор DD2 вибирається потрібний режим живлення нагрівача. Вимірювання концентрації газів проводиться протягом 5 мс в кожному періоді вимірювання (5 с і 15 с відповідно для виміру концентрації метану і чадного газу). Коли потрібно зробити вимірювання МК DD3 подає сигнал на інший мультиплексор DD2 і на сенсор DD4 подається напруга. Після цього МК за допомогою АЦП і робочої програми проводить розрахунок і порівнянь виміряної концентрації газу з нормативами. У випадку коли концентрація менша за норматив виконання робочої програми продовжується, в іншому спрацьовує підпрограма котра активує радіо модем і починає передачу даних про аварійну ситуацію.

Алгоритм роботи сигналізатору наведено в Додатку Г

ВИСНОВОК

В умовах широкого використання природного газу є потреба в розробці малогабаритних, енергоекономічних сигналізаторах з високою чутливістю, котрі будуть реагувати на підвищення концентрації метану і продукти його спалювання. Одним із продуктів спалювання природного газу є чадний газ (моно оксид вуглецю), навіть невеликі дози якого спричиняють шкоду організму і інколи призводять до смерті. Ці прилади повинні реагувати на зміну концентрації метану і чадного газу швидко і точно.

На основі огляду методів вимірювань обрано адсорбційний метод вимірювання з напівпровідниковим чутливим елементом. Цей метод має ряд переваг над іншими методами та дозволяє створювати малогабаритні пристрої з низьким енергоспоживанням та високою чутливістю і селективністю до вимірюваних газів.

Патентний пошук дав можливість ознайомитись з сучасними рішенням поставленої задачі. За основу до розробки структурної схеми сигналізатору патент взятий RU 2411511.

Проведено пошук аналогів сигналізатору на ринку України. Який дав змогу оцінити параметри і характеристики приладів, а також дав змогу уявлення зовнішнього щодо його вигляду розробленого сигналізатора.

Розроблено функцію перетворення та структурну схему сигналізатора, які дозволяють обґрунтування вибору застосованої елементної бази та схеми технічних рішень.

В результаті вибору та розрахунку елементної бази сигналізатору були вибрано: мікроконтролер MSP430G2233, радіомодем CC2420, сенсор TGS3870. Розраховано опори для нагрівача, для нормальної роботи сенсору, для вимірювання температури. Розраховано поправочні коефіцієнти котрі дозволяють зробити функцію залежності вихідної напруги від концентрації більш лінійною і компенсувати зовнішні похибки від температури зовнішнього середовища.

Розроблено алгоритм роботи сигналізатору, який дає повне уявлення про

роботу приладу. Розроблено схемотехнічні рішення, що дали змогу реалізувати поставлені вимоги виконання завдання.

Проведено оцінку технічного рівня розробленого пристрою за параметрами: швидкодія, границя допустимої основної похибки, строк придатності, пороги спрацювання, час прогрівання, маса.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Вікіпедія – вільна енциклопедія. Через пошуковий довідник по ключовим словам метан і чадний газ. <http://uk.wikipedia.org/>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.

2 Заплатинський В.М. Безпека життєдіяльності - Київ, КДТЕУ, 1997 рік.

3 Курс лекцій з предмету «Аналітичні екологічні прилади» Приміський В.П. 2010-2011 рр.

4 Патент RU 2411511 G01N27/12, G01W1/00 «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів» Дикарев В. І., Шубарев В.А., Мельников В.А., Петрушин В.Н., Михайлов А.Н. №2411511 дата подачі заявки: 15.02.2010, Видано: 10.02.2011

5 Патент RU 2441511 G01N27/12 «Пристрій для пошуку витоків газу» Михеев Е.Н., Иванников Н.М. №2131601 дата подачі заявки: 16.03.1998, Видано: 10.06.1999

6 Патент RU 69309 G01N27/12, «Пристрій для контролю концентрації небезпечних газів», Шубарев В.А., Петрушин В.Н., Михайлов А.Н. №2411511 дата подачі заявки: 15.02.2009, Видано: 10.04.2010

7 Постанова з експлуатації приладу «Варта»

8 Постанова з експлуатації приладу «АВУС-КОМБІ»

9 Постанова з експлуатації приладу «Страж»

10 Постанова з експлуатації приладу СГБ -1

11 Технічна документація Datasheet «MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER» від виробника.

12 Технічна документація Datasheet «2.4 GHz IEEE 802.15.4 / ZigBee-ready RF Transceiver» від виробника.

13 Технічні дані TGS 3870 - for the detection of both Methane and Carbon Monoxide від виробника.

14 Кучерук І.М., Горбачук І.Т. «Загальна фізика. Електрика і магнетизм. Учебное видання» Київ: «Вища школа», 1990.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А - Копия патенту № 2411511

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19)RU

(11)2411511

(13)C1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

G01N27/12 (2006.01)

G01W1/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 10.05.2011 - действует

(21), (22) Заявка: **2010105454/28, 15.02.2010**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.02.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **15.02.2010**

(45) Опубликовано: [10.02.2011](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2253108 C1, 27.05.2005. RU 2199113 C1, 20.02.2003. RU 2131601 C1, 10.06.1999. US 5831146 A, 03.11.1998.

Адрес для переписки:

195271, Санкт-Петербург, Кондратьевский пр-кт, 72, Открытое акционерное общество "Авангард", бюро по изобретательской, патентной работе и сертификации

(72) Автор(ы):

Дикарев Виктор Иванович (RU),

Шубарев Валерий Антонович (RU),

Мельников Владимир Александрович (RU),

Петрушин Владимир Николаевич (RU),

Михайлов Александр Николаевич (RU)

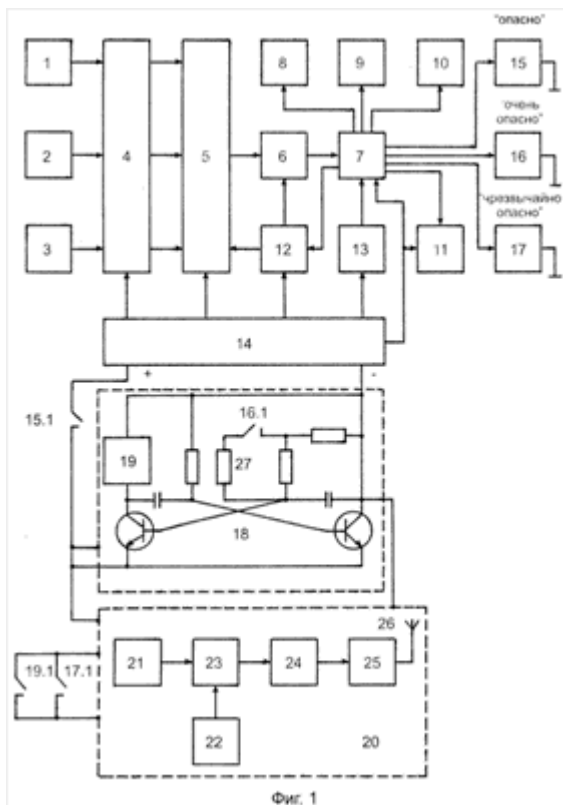
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Авангард" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОПАСНЫХ ГАЗОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам контроля атмосферы и предназначено для мониторинга окружающей среды, в частности для автоматического непрерывного контроля концентрации горючих газов в жилых, коммунальных и производственных помещениях. Устройство для контроля концентраций опасных газов содержит датчики метана CH_4 1, угарного газа CO 2 и кислорода O_2 3, усилитель 4 сигналов, аналоговый коммутатор 5, аналого-цифровой преобразователь 6, микро ЭВМ 7, запоминающее устройство 8, информационное табло 9, устройство 10 тревожной сигнализации, интерфейсное устройство 11 с персональным компьютером, устройство 12 управления, часы 13, блок 14 питания, первое 15, второе 16 и третье 17 реле, мультивибратор 18 и передатчик 20, содержащий задающий генератор 21, генератор 22 модулирующего кода, фазовый манипулятор 23, телеграфный ключ 24, усилитель 25 мощности и передающую антенну 26. Пункт контроля содержит приемную антенну, усилитель высокой частоты, блок перестройки, гетеродин, смеситель, усилитель промежуточной частоты, обнаружитель (селектор) сигналов, первый и второй анализаторы спектра, удвоитель фазы, блок сравнения, пороговый блок, линию задержки, ключ, звуковой сигнализатор, делитель фазы на два, узкополосный фильтр, фазовый детектор и блок регистрации. Изобретение обеспечивает возможность своевременного принятия эффективных мер, обеспечивающих снижение загазованности в жилых, коммунальных и производственных помещениях путем передачи тревожной информации в службу газовой безопасности в случае, если произойдет превышение установленного значения ПДК для метана CH_4 и угарного газа CO или снижение содержания предельного значения



для O₂. 2 ил.

Предлагаемое устройство относится к средствам контроля атмосферы и предназначено для мониторинга окружающей среды, в частности для автоматического непрерывного контроля концентрации горючих газов (метана - CH₄, кислорода O₂ и угарного газа - CO) в жилых, коммунальных и производственных помещениях с целью обнаружения превышения допустимых концентраций и своевременного принятия эффективных мер, обеспечивающих снижение загазованности.

Известные устройства для контроля концентрации опасных газов (авторские свидетельства СССР № 1500797, 1744625; патенты РФ № 2013565, 2096776, 2131601, 2161785, 2171468, 2199113, 2209419, 2253108; патенты США № 4028057, 4476096, 5798945, 6229449, 6600424, 6741174, 6856253, 6940410; патент Германии № 4412447; патенты Японии № 3642242, 3700379; Карпов Е.Ф. и др. «Авторская газовая защита и контроль рудничной атмосферы. - М.: Недра, 1984, с.101-109 и другие). Из известных устройств наиболее близким к предлагаемому является «Устройство для контроля концентрации опасных газов» (патент РФ № 2253108, G01N 27/12, 2004), которое и выбрано в качестве прототипа.

Указанное устройство содержит три независимых датчика, реагирующих избирательно на конкретный газ: метан - CH₄, угарный газ - CO, кислород - O₂, микроЭВМ, часы и интерфейсное устройство с персональным компьютером. Снимаемая с датчиков информация преобразуется в цифровой код и передается на дисплей компьютера. В устройстве предусмотрен счет времени, сохранение информации в общей базе и сравнения с предельно допустимыми концентрациями.

Однако указанное устройство не обеспечивает дистанционного контроля за концентрациями опасных газов и передачу тревожной информации в службу газовой безопасности в случае, если произойдет превышение установленного значения предельно допустимых концентраций (ПДК) для CH₄ и CO или снижения содержания ниже предельного значения для кислорода O₂, что приводит к несвоевременному принятию мер, обеспечивающих снижение загазованности.

Технической задачей изобретения является своевременное принятие эффективных мер, обеспечивающих снижение загазованности в жилых, коммунальных и производственных помещениях путем передачи тревожной информации в службу газовой безопасности в случае, если произойдет превышение установленного значения ПДК для CH₄ и CO или снижения содержания предельного значения для O₂.

Поставленная задача решается тем, что устройство для контроля концентраций опасных газов, содержащее, в соответствии с ближайшим аналогом, датчики метана, угарного газа и кислорода, усилитель сигналов, аналоговый коммутатор, аналого-цифровой преобразователь, микроЭВМ, запоминающее устройство, информационное табло, устройство тревожной сигнализации,

интерфейсное устройство с персональным компьютером, устройство управления, часы и блок питания, при этом каждый датчик выполнен в виде полупроводникового газового сенсора и посредством последовательно соединенных усилителя сигналов, аналогового коммутатора и аналого-цифрового преобразователя связан с микроЭВМ, выходы которой соединены соответственно с входами запоминающего устройства, информационного табло, устройства тревожной сигнализации, интерфейсного устройства с персональным компьютером и устройства управления, выходы устройства управления соединены соответственно с входами аналогового коммутатора и аналого-цифрового преобразователя, а выход часов соединен с входом микроЭВМ, отличается от ближайшего аналога тем, что оно снабжено тремя реле, мультивибратором, передатчиком и дистанционным пунктом контроля, причем обмотки реле подключены к соответствующим выходам микроЭВМ, передатчик выполнен в виде последовательно включенных задающего генератора, фазового манипулятора, второй вход которого соединен с выходом генератора модулирующего кода, телеграфного ключа, усилителя мощности и передающей антенны, передатчик и мультивибратор через замыкающий контакт первого реле подключены к блоку питания, замыкающий контакт второго реле включен последовательно с резистором в одно из плеч мультивибратора, замыкающие контакты третьего реле и реле мультивибратора подключены параллельно телеграфному ключу передатчика, дистанционный пункт контроля выполнен в виде последовательно включенных приемной антенны, усилителя высокой частоты, смесителя, второй вход которого через гетеродин соединен с выходом блока перестройки, усилителя промежуточной частоты, удвоителя фазы, второго анализатора спектра, блока сравнения, второй вход которого через первый анализатор спектра соединен с выходом усилителя промежуточной частоты, порогового блока, второй вход которого через линию задержки соединен с его выходом, ключа, второй вход которого соединен с выходом усилителя промежуточной частоты, фазового детектора и блока регистрации, к выходу удвоителя фазы последовательно подключены делитель фазы на два и узкополосный фильтр, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора, к выходу порогового блока подключены звуковой сигнализатор и блок перестройки.

Структурная схема устройства для контроля концентрации опасных газов представлена на фиг.1. Структурная схема дистанционного пункта контроля изображена на фиг.2.

Устройство для контроля концентраций опасных газов содержит датчики метана CH_4 1, угарного газа CO 2 и кислорода O_2 3, каждый из которых выполнен в виде полупроводникового газового сенсора и посредством последовательно соединенных усилителя 4 сигналов, аналогового коммутатора 5 и аналого-цифрового преобразователя 6 связан с микроЭВМ 7, выходы которой соединены соответственно с входом запоминающего устройства 8, информационного табло 9, устройства 10 тревожной сигнализации, интерфейсного устройства 11 с персональным компьютером IBM-PC и устройства 12 управления, выходы которого соединены соответственно с входом аналогового коммутатора 5 и аналого-цифрового преобразователя 6, блок 14 питания, к выходам которого подключены усилитель 4 сигналов, аналоговый коммутатор 5, микроЭВМ 7, интерфейсное устройство 11 с персональным компьютером, блок 12 управления и часы 13, выход которых подключен к микроЭВМ 7, обмотки реле 15, 16, и 17, подключенные к соответствующим выходам микроЭВМ 7, мультивибратор 18 и передатчик 20, который выполнен в виде последовательно включенных задающего генератора 21, фазового манипулятора 23, второй вход которого соединен с выходом генератора 22 модулирующего кода, телеграфного ключа 24, усилителя 25 мощности и передающей антенны 26. При этом передатчик 20 и мультивибратор 18 через замыкающий контакт 15.1 первого реле подключены к блоку 14 питания, содержащему сетевой адаптер, аккумуляторную батарею резервного питания и зарядное устройство. Замыкающий контакт 16.1 второго реле включен последовательно с резистором 27 в одно из плеч мультивибратора 18. Замыкающие контакты 17.1 и 19.1 третьего реле и реле мультивибратора подключены параллельно телеграфному ключу 24 передатчика 20.

Дистанционный пункт контроля расположен в службе газовой безопасности и выполнен в виде последовательно включенных приемной антенны 27, усилителя 28 высокой частоты, смесителя 31, второй вход которого через гетеродин 30 соединен с выходом блока 29 перестройки, усилителя 32 промежуточной частоты, удвоителя 35 фазы, второго анализатора 36 спектра, блока 37 сравнения, второй вход которого через первый анализатор 34 спектра соединен с выходом усилителя 32 промежуточной частоты порогового блока 38, второй вход которого через линию 39 задержки соединен с его выходом, ключа 40, второй вход которого соединен с выходом усилителя 32 промежуточной частоты, фазового детектора 44 и блока 45 регистрации, последовательно подключенных к выходу удвоителя 35 фазы делителя 42 фазы на два и узкополосного фильтра 43, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора 44. Управляющий вход блока 29 перестройки и вход звукового сигнализатора 41 соединены с выходом порогового блока 38.

Анализаторы 34 и 36 спектра, удвоитель 35 фазы, блок 37 сравнения, пороговый блок 38 и линии 39 задержки образуют обнаружитель (селектор) 33 сложных сигналов с фазовой манипуляцией (ФМн).

Устройство работает следующим образом.

После включения напряжения питания производится запуск микроЭВМ 7. Через устройство 12 управления микроЭВМ 7 по введенной в нее программе последовательно включает циклы измерения

с трех датчиков 1, 2 и 3. Измерительная информация с выходов датчиков метана CH_4 1, угарного газа CO 2 и кислорода O_2 3 через усилитель 4 сигналов и аналоговый коммутатор 5 поступает на вход аналого-цифрового преобразователя 6. Преобразованный цифровой код поступает в микроЭВМ 7, которая производит сравнение его значения в микроЭВМ 7 с предельно допустимым. При включенном режиме протоколирования через определенные отрезки времени, измеренные значения с временной отметкой с часов 13 записываются в запоминающее устройство 8.

В устройстве применены полупроводниковые детекторы газов, измеряющие в широком диапазоне концентрации, что позволяет использовать устройство не только в качестве устройства пороговой сигнализации, но и получать в любой момент времени значения измеренных параметров на информационном табло 9 или пересылать измерительную информацию в интерфейсное устройство 11 с персональным компьютером (ПК). Применение микроЭВМ 7 позволяет производить обработку измерительной информации, переходить в режим постоянных измерений и выводить информацию в аналоговый коммутатор 5, производить фиксацию результатов измерений в запоминающем устройстве 8 по заданным в микроЭВМ 7 программам, а также в случае аварийной ситуации.

Применение запоминающего устройства 8 и часов 13 реального времени позволяют протоколировать через заданные промежутки времени значения измеренных параметров, что обеспечивает детальной анализ причин аварии. Применение полупроводниковых газовых сенсоров позволяет производить измерения в широком диапазоне температур и влажности окружающей среды с одинаковой погрешностью, что не требует температурной компенсации блока физических датчиков и усилителей. Возможность измерения параметров концентраций метана и кислорода позволяет анализировать соотношение их концентраций и предупреждать об образовании взрывоопасных метана и кислорода в концентрациях, близких к соотношению 1:2 ($CH_4:O_2$).

Устройство содержит блок 10 тревожной сигнализации, срабатывание которого происходит в случаях:

- превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) по CH_4 и CO в контролируемом помещении;
- снижения ниже установленного предела концентрации O_2 .

После срабатывания тревожной сигнализации устройство производит постоянный контроль всех контролируемых параметров и переходит в режим постоянной передачи информации в ПК.

В случае если произойдет превышение установленного значения ПДК для метана CH_4 , микроЭВМ 7 включает тревожную сигнализацию и переходит в режим протоколирования и прямой передачи информации в интерфейсное устройство 11 с персональным компьютером. Запрос протокола измерений возможен из персонального компьютера в любой момент времени.

Одновременно постоянное напряжение с соответствующего выхода микроЭВМ 7 поступает на первое реле 15. Последнее срабатывает и замыкает контакт 15.1, через который питание от блока 14 питания подается на мультивибратор 18 и передатчик 20.

После включения передатчика 20 задающим генератором 21 формируется высокочастотное колебание

$$u_c(t) = U_c \cdot \cos(\omega_c t + \phi_c), \quad 0 \leq t \leq T_c,$$

где U_c , ω_c , ϕ_c , T_c - амплитуда, несущая частота, начальная фаза и длительность высокочастотного колебания,

которое поступает на первый вход фазового манипулятора 23. На второй вход последнего подается модулирующий код $M(t)$ с выхода генератора 22 модулирующего кода. Модулирующий код $M(t)$ является идентификационным номером помещения, здания, где произошла утечка опасных газов. В результате фазовой манипуляции на выходе фазового манипулятора 23 образуется сложный сигнал с фазовой манипуляцией (ФМн).

$$u_1(t) = U_c \cdot \cos[\omega_c t + \phi_k(t) + \phi_c], \quad 0 \leq t \leq T_c,$$

где $\phi_k(t) = \{0, \pi\}$ - манипулируемая составляющая фазы, отображающая закон фазовой манипуляции в соответствии с модулирующим кодом $M(t)$, причем $\phi_k(t) = \text{const}$ при $K T_{\text{э}} < t < (K+1) T_{\text{э}}$ и может изменяться скачком при $t = K T_{\text{э}}$, т.е. на границах между элементарными посылками ($K=1, 2, \dots, N-1$);

$T_{\text{э}}$, N - длительность и количество элементарных посылок, из которых составлен сигнал

длительностью $T_c (T_c = T_{\text{э}} \cdot N)$.

Сформированный сигнал ФМн-сигнал $u_1(t)$ через телеграфный ключ 24 и усилитель 25 мощности поступает в антенну 26, излучается ею в эфир, управляется приемной антенной 27 пункта контроля и через усилитель 28 высокой частоты поступает на первый вход смесителя 31, на второй вход

которого подается напряжение гетеродина 30 линейно изменяющейся частоты

$$u_r(t) = U_c \cdot \cos(\omega_r t + \pi r t^2 + \phi_r), 0 \leq t \leq T_n,$$

$$r = \frac{\Delta f}{T_n}$$

где r - скорость изменения частоты гетеродина 30.

Следует отметить, что поиск ФМн-сигналов в заданном диапазоне частот Δf осуществляется с помощью блока 29 перестройки, который периодически с периодом T_n по линейному закону изменяет частоту ω_r гетеродина 30. В качестве блока 29 перестройки может быть использован генератор пилообразного напряжения.

На выходе смесителя 31 образуются напряжения комбинационных частот. Усилителем 32 выделяется напряжение промежуточной частоты

$$u_{np}(t) = U_{np} \cdot \cos[\omega_{np} t + \pi k(t) - \pi r t^2 + \phi_{np1}], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$U_{np} = \frac{1}{2} U_c \cdot U_r;$$

где $\omega_{np} = \omega_c - \omega_r$ - промежуточная частота;

$$\phi_{np} = \phi_c - \phi_r,$$

которое представляет собой сложный сигнал с комбинированной фазой манипуляции и линейной частотной модуляцией (ФМн-ЛЧМ) на промежуточной частоте ω_{np} и поступает на вход обнаружителя (селектора) ФМн-сигнала, состоящего из удвоителя 35 фазы, анализаторов 34 и 36 спектров, блока 37 сравнения, порогового блока 38 и линии 39 задержки.

На выходе удвоителя 35 фазы образуется гармоническое напряжение

$$u_2(t) = U_2 \cdot \cos[2\omega_{np} t - 2\pi r t^2 + 2\phi_{np}], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$U_2 = \frac{1}{2} U_{np}^2.$$

В качестве удвоителя 35 фазы может быть использован перемножитель, на два входа которого подается один и тот же сигнал $u_{np}(t)$.

Так как $2\pi k(t) = \{0, 2\pi\}$, то в указанном напряжении манипуляция фазы уже отсутствует.

Ширина спектра Δf_2 второй гармоники определяется длительностью T_c сигнала ($\Delta f_2 = 1/T_c$), тогда как ширина спектра Δf_c входного ФМн-сигнала определяется длительностью T_n его элементарных посылок ($\Delta f_c = 1/T_n$), т.е. ширина спектра Δf_2 второй гармоники сигнала в N раз меньше ширины спектра Δf_c входного ФМн-сигнала ($\Delta f_c / \Delta f_2 = N$).

Следовательно, при удвоении фазы ФМн-сигнала его спектр «сворачивается» в N раз. Это обстоятельство и позволяет обнаружить и отсеleccionировать ФМн-сигнал среди других сигналов (помех) и шумов даже тогда, когда его мощность на входе приемника меньше мощности шумов и помех.

Ширина спектра Δf_c входного ФМн-сигнала измеряется с помощью анализатора 34 спектра, а ширина спектра Δf_2 второй гармоники сигнала измеряется с помощью анализатора 36 спектра. Напряжение

U_I и U_{II} , пропорциональные Δf_c и Δf_2 соответственно, с выходов анализаторов 34 и 36 поступает на два входа блока 37 сравнения. Так как $U_I \gg U_{II}$, то на выходе блока 37 сравнения образуется положительное напряжение, которое превышает пороговое напряжение $U_{пор}$ в пороговом блоке 38. Пороговое напряжение $U_{пор}$ выбирается таким, чтобы его не превышали случайные помехи и шумы. При превышении порогового уровня $U_{пор}$ в пороговом блоке 38 формируется постоянное напряжение, которое поступает на управляющий вход ключа 40, открывая его, и на вход линии задержки 39, на управляющий вход блока 29 перестройки, выключая его, и на вход звукового сигнализатора 41. Ключ 40 в исходном состоянии всегда закрыт.

При прекращении перестройки гетеродина 30 усилителем 32 промежуточной частоты выделяется следующее напряжение

$$U_{\text{пр1}}(t) = U_{\text{пр}} \cdot \cos[w_{\text{пр}}t + \Phi_k(t) + \Phi_{\text{пр}}], 0 \leq t \leq T_c,$$

которое через открытый ключ 40 поступает на первый (информационный) вход фазового детектора 44.

На выходе делителя 42 фазы на два в этом случае образуется гармоническое напряжение

$$U_3(t) = U_3 \cdot \cos(w_{\text{пр}}t + \Phi_{\text{пр}}), 0 \leq t \leq T_c,$$

которое выделяется узкополосным фильтром 43, используется в качестве опорного напряжения и подается на второй (опорный) вход фазового детектора 44. На выходе последнего выделяется низкочастотное напряжение

$$U_n(t) = U_n \cdot \cos \Phi_k(t), 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } U_n = \frac{1}{2} U_{\text{пр}} \cdot U_3;$$

пропорциональное модулирующему коду $M(t)$. Это напряжение фиксируется блоком 45 регистрации. Данное напряжение содержит в цифровом виде данные о месте и времени утечки опасных газов.

Для повышения достоверности приема и регистрации сложного ФМн-сигнала последний дублируется несколько раз с интервалом, например, в 20 секунд. Это обеспечивается работой мультивибратора 18 в несимметричном режиме. Контакт 19.1 реле 19 мультивибратора 18 периодически через равные промежутки времени, например 20 секунд, замыкает цепь телеграфного ключа 24 передатчика 20, который и посылает в пространство ФМн-сигнал через тот же интервал времени. При этом звуковой сигнализатор 41 подает звуковые сигналы с интервалом в 20 секунд, что свидетельствует об утечке метана CH_4 с грифом «ОПАСНО».

Время задержки T_z линии 39 задерживается так, чтобы можно было неоднократно принимать и фиксировать ФМн-сигнал на определенной частоте. Несущая частота также является идентификационным признаком. Передатчики, установленные в различных помещениях и заданиях имеют свои несущие частоты в заданном диапазоне частоты Δf . Периодический просмотр заданного диапазона частот Δf обеспечивает обнаружение несущих частот передатчиков, установленных в помещениях, где произошла утечка опасных газов.

По истечении времени T_z напряжение с выхода линии 39 задержки поступает на вход сброса порогового блока 38 и сбрасывает его содержимое на нулевое значение. При этом звуковой сигнализатор 41 прекращает свою работу, ключ 40 закрывается, а блок 29 перестройки включается, т.е. они переводятся в свои исходные состояния. Устройство готово к дальнейшей работе.

При обнаружении следующего ФМн-сигнала на другой несущей частоте работа устройства происходит аналогичным образом.

В случае если произойдет превышение значения ПДК для метана CH_4 и угарного газа CO , то постоянные напряжения поступают на первое 15 и второе 16 реле, которые срабатывают. Контакт 16.1 второго реле замыкается, и включает в схему мультивибратора 18 резистор 27, и переводит его работу в симметричный режим. Реле 19 мультивибратора 18 срабатывает через равные интервалы времени, например в 5 секунд, и его контакт 19.1 замыкает цепь телеграфного ключа 24 передатчика 20 через тот же интервал времени в 5 секунд. Это соответствует степени утечки газов «ОЧЕНЬ ОПАСНО».

В случае если произойдет превышение установленного ПДК для CH_4 и угарного газа CO и снижение содержания ниже предельного для кислорода O_2 , т.е. образуется взрывоопасная смесь метана и кислорода в концентрациях, близких к соотношению 1:2 ($\text{CH}_4:\text{O}_2$), то срабатывают все три реле 15, 16 и 17. Контакт 17.1 третьего реле замыкает цепь телеграфного ключа 24 передатчика 20 накоротко. При этом передатчик 20 посылает в пространство непрерывный ФМн-сигнал значительной длительности, а звуковой сигнализатор 41 воспроизводит непрерывный звуковой сигнал, характеризуя возникшую ситуацию как «чрезвычайно опасно».

Устройство может работать в следующих режимах:

1. Дежурный, в котором происходит непрерывное измерение величин контролируемых параметров и сравнение с пороговыми значениями ПДК.
2. Режим протоколирования. Через заданные промежутки времени производится запись в энергонезависимую память устройства измеренного значения величин контролируемых параметров.
3. Режим считывания информации. Информация передается из запоминающего устройства на интерфейс компьютера.
4. Аварийный режим. В аварийном режиме при превышении ПДК срабатывает тревожная сигнализация и устройство переходит в режим дистанционной передачи тревожной информации на

пункт контроля, размещенный в службе газовой безопасности.

Блок питания устройства содержит резервный аккумулятор, что позволяет питать устройство длительное время при отключении внешнего питания.

Калибровка прибора осуществляется в контрольной базовой камере.

Предлагаемое устройство может быть реализовано промышленным путем на базе известных элементов и блоков, на выпускаемых серийно комплектующих, таких как полупроводниковые газовые сенсоры фирмы ЗАО «Авангард - Микросенсор».

Таким образом, предлагаемое устройство по сравнению с прототипом позволяет своевременно принять эффективные меры, обеспечивающие снижение загазованности в жилых, коммунальных и производственных помещениях. Это достигается путем передачи тревожной информации в случаях, если произойдет превышение установленного значения ПДК для метана CH_4 и угарного газа CO или снижения содержания ниже предельного значения для кислорода O_2 .

Формула изобретения

Устройство для контроля концентрации опасных газов, содержащее датчики метана, угарного газа и кислорода, усилитель сигналов, аналоговый коммутатор, аналого-цифровой преобразователь, микроЭВМ, запоминающее устройство, информационное табло, устройство тревожной сигнализации, интерфейсное устройство с персональным компьютером, устройство управления, часы и блок питания, при этом каждый датчик выполнен в виде полупроводникового газового сенсора и посредством последовательно соединенных усилителя сигналов, аналогового коммутатора и аналого-цифрового преобразователя связан с микроЭВМ, выходы которой соединены соответственно с входами запоминающего устройства, информационного табло, устройства тревожной сигнализации, интерфейсного устройства с персональным компьютером и устройства управления, выходы устройства управления соединены соответственно с входами аналогового коммутатора и аналого-цифрового преобразователя, а выход часов соединен с входом микроЭВМ, отличающееся тем, что оно снабжено тремя реле, мультивибратором, передатчиком и дистанционным пунктом контроля, причем обмотки реле подключены к соответствующим выходам микроЭВМ, передатчик выполнен в виде последовательно включенных задающего генератора, фазового манипулятора, второй вход которого соединен с выходом генератора модулирующего кода, телеграфного ключа, усилителя мощности и передающей антенны, передатчик и мультивибратор через замыкающий контакт первого реле подключены к блоку питания, замыкающий контакт второго реле включен последовательно с резистором в одно из плеч мультивибратора, замыкающие контакты третьего реле и реле мультивибратора подключены параллельно телеграфному ключу передатчика, дистанционный пункт контроля выполнен в виде последовательно включенных приемной антенны, усилителя высокой частоты, смесителя, второй вход которого через гетеродин соединен с выходом блока перестройки, усилителя промежуточной частоты, удвоителя фазы, второго анализатора спектра, блока сравнения, второй вход которого через первый анализатор спектра соединен с выходом усилителя промежуточной частоты, порогового блока, второй вход которого через линию задержки соединен с его выходом, ключа, второй вход которого соединен с выходом усилителя промежуточной частоты, фазового детектора и блока регистрации, к выходу удвоителя фазы последовательно подключены делитель фазы на два и узкополосный фильтр, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора, к выходу порогового блока подключены звуковой сигнализатор и блок перестройки.

ДОДАТОК Б - Копия патенту № 2131601

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19)RU

(11)2131601

(13)C1



(51) МПК⁶ G01N27/16

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 10.05.2011 - прекратил действие

(21), (22) Заявка: **98105439/25, 16.03.1998**

(45) Опубликовано: **10.06.1999**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Карпов Е.Ф. и др. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы. - М.: Недра, 1984, с. 101-109. RU 2096776 С1, 20.11.97. SU 1744625 А1, 30.06.92. SU 1500797 А1, 15.08.89. US 4028057 А, 07.06.77. US 4476096 А, 09.10.84.**

Адрес для переписки:
634034, Томск, ул.Котовского 26, кв.59, Семеновой Т.И.

(71) Заявитель(и):
**Михеев Евгений
Николаевич,
Иванников Николай
Михайлович**

(72) Автор(ы):
**Михеев Е.Н.,
Иванников Н.М.**

(73)
Патентообладатель(и):
**Михеев Евгений
Николаевич,
Иванников Николай
Михайлович**

(54) СИГНАЛИЗАТОР МЕТАНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам контроля рудничной атмосферы, а именно к устройствам, сигнализирующим о достижении предельно допустимой концентрации метана в атмосфере. Сигнализатор метана содержит мостовую измерительную схему, усилитель постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь, арифметико-логическое устройство, запоминающее устройство и аккумуляторную батарею. Выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом усилителя постоянного тока, выход которого соединен с входом мостовой измерительной схемы и первым входом аналогового коммутатора. Выход мостовой измерительной схемы и аккумуляторная батарея соединены соответственно со вторым и третьим входами аналогового коммутатора. Выход аналогового коммутатора соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с первым входом арифметико-логического устройства, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с входом цифроаналогового преобразователя, входом индикатора порогового уровня, четвертым входом аналогового коммутатора и входом запоминающего устройства. Второй вход арифметико-логического устройства соединен с выходом запоминающего устройства. Цифровая обработка сигналов позволяет повысить точность измерения и упростить процедуру регулировки и настройки. 1 ил.

Изобретение относится к средствам контроля рудничной атмосферы, а именно к устройствам, сигнализирующим о достижении предельно допустимой концентрации метана в атмосфере.

Известен сигнализатор метана, содержащий мостовую измерительную схему, в два плеча которой включены активный термодатчик и компенсационный элементы датчика метана, усилитель, вход которого связан с выходом мостовой измерительной схемы, а выход - со входом устройства сигнализации, преобразователь, первый и второй выходы которого соединены соответственно со входом мостовой измерительной схемы и усилителем, стабилизатор напряжения, первый, второй и третий выходы которого соединены со входами мостовой измерительной схемы, преобразователя и устройства сигнализации, и блок контроля напряжения аккумуляторной батареи [1]. Недостатками такого устройства являются сложность его обслуживания вследствие наличия большого количества регулировочных элементов и низкая точность измерения.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является сигнализатор метана, содержащий мостовую измерительную схему, вход которой соединен с выходом стабилизатора напряжения, а выход мостовой измерительной схемы соединен со входом масштабирующего усилителя, выход масштабирующего усилителя соединен с первым входом компаратора превышения порогового уровня метана, выход компаратора порогового уровня метана соединен с первым входом индикатора порогового уровня, источник первого опорного напряжения, соединенный со вторым входом компаратора превышения порогового уровня, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), соединенный с выходом масштабирующего усилителя и со входом цифрового индикатора, компаратор разряда аккумуляторной батареи, первый вход которого соединен с источником второго опорного напряжения, а выход соединен со вторым входом индикатора порогового уровня, аккумуляторную батарею, первый, второй и третий выходы которой соединены соответственно с входами преобразователя и стабилизатора напряжений и вторым входом компаратора разряда аккумуляторной батареи [2]. Недостатками устройства-прототипа, так же как и устройства аналога, являются невысокая точность измерения и сложность настройки и обслуживания из-за наличия большого количества регулировочных элементов.

Технический результат, на достижение которого направлено предлагаемое техническое решение, - повышение точности измерения, упрощение процедуры настройки и калибровки прибора.

Это достигается тем, что в сигнализаторе метана, содержащем мостовую измерительную схему, в

два плеча которой включены активный термокаталитический и компенсационный элементы датчика метана, усилитель постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь, аккумуляторную батарею и индикатор порогового уровня, дополнительно введены цифроаналоговый преобразователь, аналоговый коммутатор и арифметико-логическое и запоминающее устройства, при этом выход цифроаналогового преобразователя соединен со входом усилителя постоянного тока, выход усилителя постоянного тока соединен со входом мостовой измерительной схемы и первым входом аналогового коммутатора, выход мостовой измерительной схемы и аккумуляторная батарея соединены соответственно со вторым и третьим входами аналогового коммутатора, выход аналогового коммутатора соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, выход аналого-цифрового преобразователя соединен с первым входом арифметико-логического устройства, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно со входом цифроаналогового преобразователя, входом индикатора порогового уровня, четвертым входом аналогового коммутатора и входом запоминающего устройства, а второй вход арифметико-логического устройства соединен с выходом запоминающего устройства.

Повышение точности измерения и упрощение настройки по отношению к устройству-прототипу достигается за счет выполнения АЦП другой функции - цифровой обработки сигнала. Это позволило исключить в сигнализаторе метана масштабирующий усилитель, компараторы превышения порогового уровня метана и разряда аккумуляторной батареи, требующие многочисленных элементов регулировки.

Функциональная схема предлагаемого устройства приведена на чертеже.

Сигнализатор метана содержит мостовую измерительную схему 1, аналоговый коммутатор 2, первый, второй, третий и четвертый входы которого соединены соответственно с выходом усилителя постоянного тока 3, с выходом мостовой измерительной схемы 1, с выходом аккумуляторной батареи 4 и с первым выходом арифметико-логического устройства (АЛУ) 5, АЦП 6, соединенный с выходом аналогового коммутатора 2 и с первым входом АЛУ 5, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 7, соединенный с входом усилителя постоянного тока 3 и со вторым выходом АЛУ 5, запоминающее устройство 8, соединенное со вторым входом и четвертым выходом АЛУ 5, и индикатор порогового уровня 9, соединенный с третьим выходом АЛУ 5.

Сигнализатор метана работает следующим образом. После включения напряжения питания производится установка рабочего напряжения на мостовой измерительной схеме 1. Для этого при помощи АЛУ 5 выставляется на ЦАПе 7 код, соответствующий его минимальному выходному напряжению. Затем через аналоговый коммутатор 2 напряжение с выхода усилителя постоянного тока 3 подается на вход АЦП 6. Если напряжение на входе мостовой измерительной схемы 1 оказывается ниже номинального значения, то с помощью ЦАП 7 производят увеличение напряжения. Так продолжают до тех пор, пока напряжение на входе мостовой измерительной схемы 1 не достигнет номинального (рабочего) значения. Такой способ установки рабочего напряжения мостовой измерительной схемы позволил исключить источники опорного напряжения и регулировочные элементы.

При появлении метана в анализируемой газовой смеси происходит его каталитическое окисление на поверхности рабочего чувствительного элемента, что приводит к повышению температуры и увеличению сопротивления чувствительного элемента. При этом появляется сигнал разбаланса в мостовой измерительной схеме 1, значение которого пропорционально содержанию метана в анализируемом воздухе. Сигнал с выхода мостовой измерительной схемы 1 через аналоговый коммутатор 2 поступает на вход АЦП 6. Значение сигнала, измеренное с выхода мостовой измерительной схемы 1, сравнивают со значением сигнала, соответствующим порогу срабатывания сигнализации, которое имеется в запоминающем устройстве 8 (получено при калибровке сигнализатора). Если сигнал с мостовой измерительной схемы 1 превышает значение сигнала, соответствующее пороговому уровню метана, то АЛУ 5 выдает предупреждающий сигнал на индикатор порогового уровня 9.

При контроле напряжения аккумуляторной батареи 4 она через аналоговый коммутатор 2 подключается на вход АЦП 6. Если напряжение на аккумуляторной батарее 4 оказывается ниже допустимого значения, то АЛУ 6 снимает напряжение с мостовой измерительной схемы 1 (с целью снижения потребляемой мощности и предотвращения глубокого разряда батареи) и выдает на индикатор порогового уровня 9 сигнал, свидетельствующий о разряде аккумуляторной батареи.

Калибровка сигнализатора метана осуществляется следующим образом. Датчик помещают в метановоздушную смесь с объемной долей метана, соответствующей порогу срабатывания сигнализации. Затем при помощи АЛУ 5 через аналоговый коммутатор 2 подключают на вход АЦП 6 сигнал с мостовой измерительной схемы 1. Измеренное напряжение с выхода мостовой измерительной схемы 1, соответствующее порогу срабатывания сигнализации, заносят в запоминающее устройство 8, где оно сохраняется при отключении аккумуляторной батареи 4. Настройка относительно порогового уровня срабатывания сигнализации происходит автоматически и дополнительная ручная регулировка не требуется.

Заявленное устройство реализовано на базе микроконтроллера PIC 14000 фирмы Microchip, который

содержит в себе восьмиразрядный ЦАП, аналоговый коммутатор на восемь аналоговых входов, 16-разрядный АЦП, арифметико-логическое устройство, память программ и память данных.

В качестве энергонезависимого запоминающего устройства в сигнализаторе метана применено электрически программируемое устройство типа EEPROM с последовательным интерфейсом.

Источники информации, использованные при составлении описания изобретения:

1. Карпов Е. Ф., Биренберг И.Э., Басовский Б.И. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы. М.: Недра, 1984, С.94-98

2. Там же, С. 101-109 - прототип

Формула изобретения

Сигнализатор метана, содержащий мостовую измерительную схему, в два плеча которой включены активный термокаталитический и компенсационный элементы датчика метана, усилитель постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь, аккумуляторную батарею и индикатор порогового уровня метана, отличающийся тем, что в него дополнительно введены цифроаналоговый преобразователь, аналоговый коммутатор и арифметико-логическое и запоминающее устройства, при этом выход цифроаналогового преобразователя соединен с входом усилителя постоянного тока, выход усилителя постоянного тока соединен с входом мостовой измерительной схемы и первым входом аналогового коммутатора, выход мостовой измерительной схемы и аккумуляторная батарея соединены соответственно со вторым и третьим входами аналогового коммутатора, выход аналогового коммутатора соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, выход аналого-цифрового преобразователя соединен с первым входом арифметико-логического устройства, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с входом цифроаналогового преобразователя, входом индикатора порогового уровня, четвертым входом аналогового коммутатора и входом запоминающего устройства, а второй вход арифметико-логического устройства соединен с выходом запоминающего устройства.

ДОДАТОК - В Копія патенту № 52706

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19)RU

(11)62706

(13)U1



(51) МПК

G01N27/12 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ПАТЕНТ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

Статус: по данным на 10.05.2011 - прекратил действие

(21), (22) Заявка: **2007100248/22**,
09.01.2007

(72) Автор(ы):

**Шебанов Николай Павлович (RU),
Мандыч Владимир Григорьевич (RU),
Егоров Илья Вениаминович (RU),
Мишкин Александр Викторович (RU),
Федорец Николай Васильевич (RU)**

(24) Дата начала отсчета срока
действия патента:
09.01.2007

(45) Опубликовано: [27.04.2007](#)

Адрес для переписки:
**410037, г.Саратов, пр-кт 50 лет
Октября, 5, СВРХБЗ**

(73) Патентообладатель(и):

**Саратовский военный институт радиационной, химической и
биологической защиты (СВИРХБЗ) (RU)**

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОПАСНЫХ ГАЗОВ

(57) Реферат:

Устройство для контроля концентраций опасных газов относится к области средств отбора и анализа промышленных выбросов, и может быть использовано для контроля воздушного бассейна в городах и промышленных центрах, в том числе на промплощадках предприятий и транспортных магистралях. Задачей полезной модели является улучшение технических характеристик устройства и повышение достоверности информации о состоянии контролируемой среды. Технический результат, который может быть получен при использовании полезной модели, заключается в расширении диапазона измеряемых газов, а также привязки момента измерения концентраций опасных газов по координатам местности и по метеословиям, что позволяет делать измерения дистанционно. Поставленная задача достигается тем, что устройство для контроля концентраций опасных газов содержит систему датчиков концентраций опасных газов, усилительно-преобразующее и запоминающее устройства, информационное табло, устройство сигнализации, таймер, систему управления и ЭВМ. При этом в систему датчиков концентраций опасных газов дополнительно включены метеодатчики, соединенные с ЭВМ через усилительно-преобразующее устройство, а также введены датчики координатометрирования, соединенные непосредственно с ЭВМ, а в состав ЭВМ введено сравнивающее устройство, соединенное с блоком значений предельно допустимых концентраций опасных газов и через усилительно-преобразующее устройство с системой датчиков концентраций опасных газов. Таким образом, для предлагаемого устройства характерным является расширение возможностей по составу измеряемых газов, возможность дистанционного его использования, т.к. оно одновременно измеряет метеорологические данные, что влияет на качество измерения. 1 илл.

Полезная модель относится к средствам контроля атмосферы и предназначено для мониторинга окружающей среды, в частности для непрерывного контроля уровня газовых примесей в атмосфере городов и промышленных центров, в том числе на промплощадках предприятий и транспортных магистралях.

Известно устройство для дистанционного мониторинга (патент РФ №2235985 «Устройство для дистанционного мониторинга окружающей среды» МПК G 01 N 1/22 от 10.09.2004).

Устройство содержит пробоотборные устройства, связанные с газоотборным трактом, газоанализирующее устройство и канал управления пробоотборными устройствами. Устройство снабжено каналом накопления анализируемой пробы. Газоанализирующее устройство подсоединено своим выходом к одному концу газоотборного тракта, выполненного в виде магистрали. Устройство позволяет получить оперативную информацию о состоянии контролируемой среды и имеет широкие функциональные возможности.

Недостатки известного устройства заключаются в большом количестве электропневмоклапанов, за счет чего увеличивается сорбция на газовых магистралях, что приводит к потерям анализируемых проб и осуществление процесса десорбции в сорбционной трубке напрямую существенно «размывает» аналитический сигнал во времени, что также уменьшает чувствительность газоанализатора.

Для устранения данных недостатков и улучшения технических характеристик устройства и повышения достоверности информации о состоянии контролируемой среды предложено «Устройство для мониторинга окружающей среды» (патент РФ на полезную модель №52482, МПК G 01 N 1/22, 2006). Данное устройство содержит газоотборный тракт, газоанализатор, побудитель расхода воздуха, систему управления и сорбционную камеру с блоком нагрева. При этом в схему устройства введен генератор нулевого газа, вход которого соединен с системой управления, а выход - с сорбционными патронами сорбционного блока, которые через электропневмоклапан соединены как с побудителем расхода воздуха, выполненным в виде аспиратора, так и с введенными фокусирующими патронами сорбционного блока, установленными последовательно с сорбционными патронами и подсоединенными к газоанализатору, а вход устройства через электропневмоклапан с поворотным тройником соединен как с сорбционными патронами, так и с газоанализатором, при этом сорбционные и фокусирующие патроны снабжены нагревательными элементами.

В случае, если концентрация анализируемых соединений выше порога обнаружения газоанализатора, то получаем сигнал обратной связи, который обрабатывается с помощью дешифратора. В этом случае программатор выдает команду на изменение направления воздушного потока на сорбционные модули, состоящие из сорбционных патронов, снаряженных сорбентом и нагревательных элементов. При этом анализируемый воздух продолжает прокачиваться через аспиратор. Селективность определения различных классов органических соединений достигается применением сорбционного материала, имеющего наибольшее средство к поглощению органическим

соединением.

Однако недостатком устройств для дистанционного контроля концентраций опасных газов данного типа является наличие аспиратора, необходимого для прокачивания воздуха через сорбционные патроны, что исключает возможность непрерывного контроля загрязнения окружающей среды.

Наиболее близким по технической сущности является «Устройство для дистанционного мониторинга окружающей среды» (патент РФ №2235985, 2004, МПК G 01 N 7/12). В нем вопросы непрерывного контроля и селективности решаются за счет использования химических датчиков, чувствительным к ОВ. Это достигается использованием в устройстве систему датчиков концентраций опасных газов, усилительно-преобразующее и запоминающее устройства, информационное табло, устройство сигнализации, таймер, систему управления и ЭВМ.

Применение полупроводниковые детекторы газов, измеряющих в широком диапазоне концентрации, позволяет использовать устройство не только в качестве устройства пороговой сигнализации, но и получать в любой момент времени значения измеренных параметров на информационном табло или пересылать измерительную информацию в персональный компьютер. Применение микроЭВМ позволяет производить обработку измерительной информации, переходить в режим постоянных измерений и выводить информацию в аналоговый коммутатор, производить фиксацию результатов измерений в запоминающем устройстве по заданным в микроЭВМ программам, а также в случае аварийной ситуации.

Применение запоминающего устройства и часов реального времени позволяют протоколировать через заданные промежутки времени значения измеренных параметров, что позволяет производить детальный анализ причин аварии. Применение полупроводниковых газовых сенсоров позволяет производить измерения в широком диапазоне температур и влажности окружающей среды с одинаковой погрешностью, что не требует температурной компенсации блока физических датчиков и усилителей. Возможность измерения параметров концентрации метана и кислорода позволяет анализировать соотношение их

концентраций и предупреждать об образовании взрывоопасных метана и кислорода.

Устройство содержит блок тревожной сигнализации, после срабатывания которой устройство производит постоянный контроль всех контролируемых параметров.

Недостатком данного устройства является его ограниченное применение, связанное с измерением только соотношения концентраций и только определенных газов, нет привязки места измерения к местности (координаты точки измерения, высота и др.), что исключает возможность его дистанционного использования, не измеряются метеорологические данные в момент измерения концентрации, что влияет на качество измерения, нет сравнения с предельно допустимыми концентрациями измеряемых газов, что несколько снижает прикладную ценность устройства.

Задачей полезной модели является улучшение технических характеристик устройства и повышение достоверности информации о состоянии контролируемой среды.

Технический результат, который может быть получен при использовании полезной модели, заключается в расширении диапазона измеряемых газов, а также привязки момента измерения концентраций опасных газов по координатам местности и по метеоусловиям, что позволяет делать измерения дистанционно.

Поставленная задача достигается тем, что устройство для контроля концентраций опасных газов содержит систему датчиков концентраций опасных газов, усилительно-преобразующее и запоминающее устройства, информационное табло, устройство сигнализации, таймер, систему управления и ЭВМ. При этом в систему датчиков концентраций опасных газов дополнительно включены метеодатчики, соединенные с ЭВМ через усилительно-преобразующее устройство, а также введены датчики координатометрирования, соединенные непосредственно с ЭВМ, а в состав ЭВМ введено сравнивающее устройство, соединенное с блоком значений предельно допустимых концентраций опасных газов и через усилительно-преобразующее устройство с системой датчиков концентраций опасных газов.

Сущность полезной модели поясняется блок-схемой,

где: 1 - датчики измерения концентраций измеряемых газов;

2 - метеодатчики;

3 - усилительно-преобразующее устройство;

4 - датчики определения координат;

5 - ЭВМ;

6 - сравнивающее устройство;

7 - блок предельно допустимых концентраций;

8 - запоминающее устройство;

9 - информационное табло для отображения текущей информации;

10 - устройство тревожной сигнализации;

11 - интерфейсное устройство с персональным компьютером;

12 - система управления;

13 - таймер часы реального времени.

Устройство работает следующим образом.

После подачи команды на измерение, сигналы с датчиков измерения концентраций измеряемых газов 1 и с метеодатчиков 2 через усилительно-преобразующее устройство 3, а также с датчиков определения координат 4 поступают на ЭВМ 5. На сравнивающее устройство 6 одновременно поступают сигналы как от измеряемых датчиков, так и от блока предельно допустимых концентраций 7.

Далее происходит сравнение этих значений в ЭВМ. При включенном режиме протоколирования через определенные отрезки времени записываются в запоминающем устройстве 8. Полученные данные высвечиваются на информационном табло для отображения текущей информации 9. В случае, если произойдет превышение измеренного значения концентрации выше предельно допустимых концентраций, то ЭВМ включает тревожную сигнализацию и переходит в режим протоколирования и прямой передачи информации в персональный компьютер 11. Запрос протокола измерений возможен из персонального компьютера в любой момент времени.

Устройство может работать в следующих режимах:

1. Дежурный, в котором происходит непрерывное измерение величин концентраций контролируемых опасных газов и сравнение их с предельно допустимыми значениями, а также одновременное измерение метеоданных и координат места измерения.

2. Режим протоколирования. Через заданные промежутки времени производится запись в память устройства измеренного значения величин контролируемых параметров.

3. Режим считывания информации. Информация передается из блока запоминающего устройства на интерфейс компьютера.

4. Аварийный режим. В аварийном режиме при превышении предельно допустимых значений концентраций срабатывает тревожная сигнализация и устройство переходит в режим постоянной передачи измеренных значений концентраций контролируемых параметров.

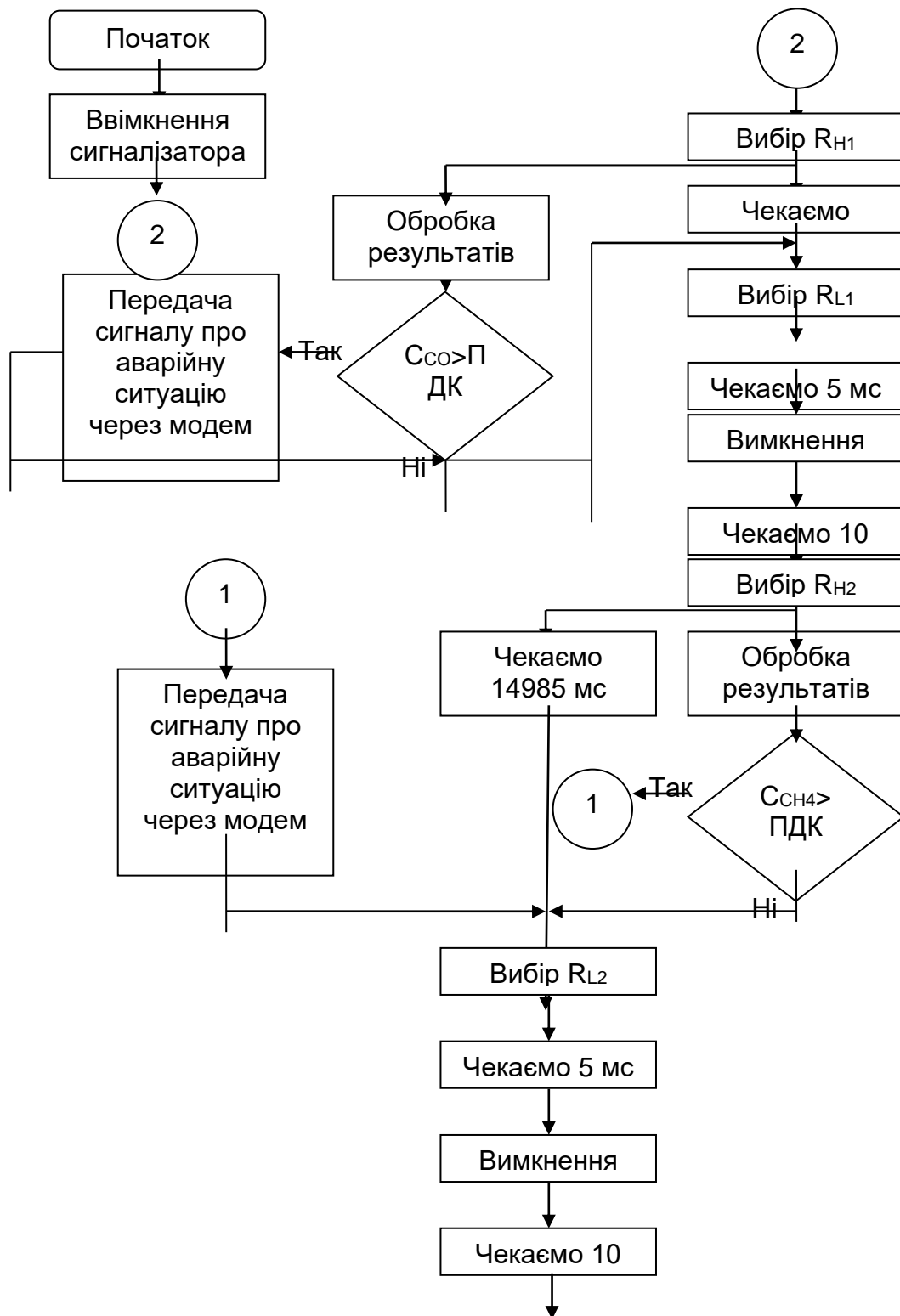
5. Режим прямой передачи результатов измерений (терминальный режим).

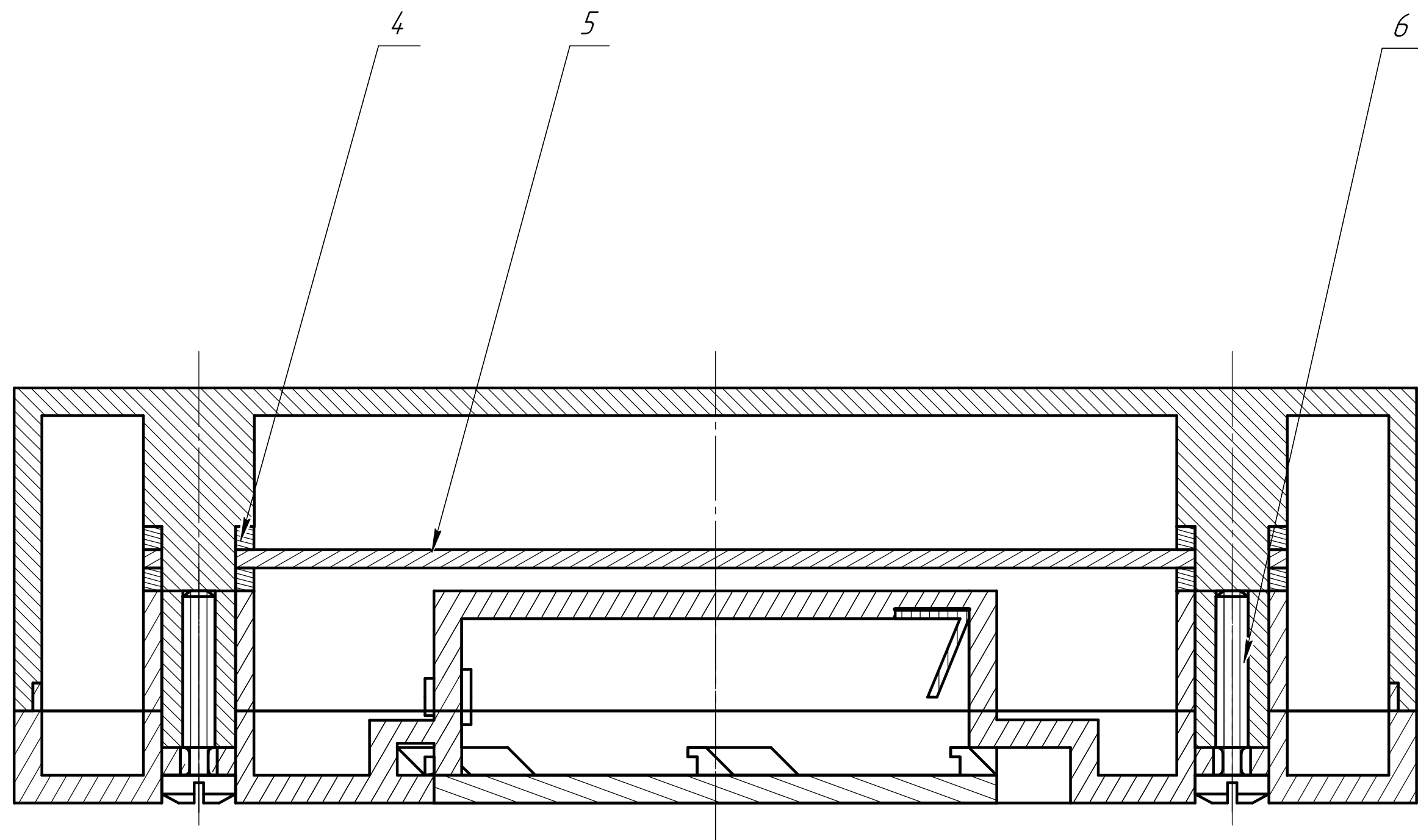
Для данного устройства характерно расширение возможностей по составу измеряемых газов, возможность дистанционного его использования, т.к. оно одновременно измеряет метеорологические данные, что влияет на качество измерения.

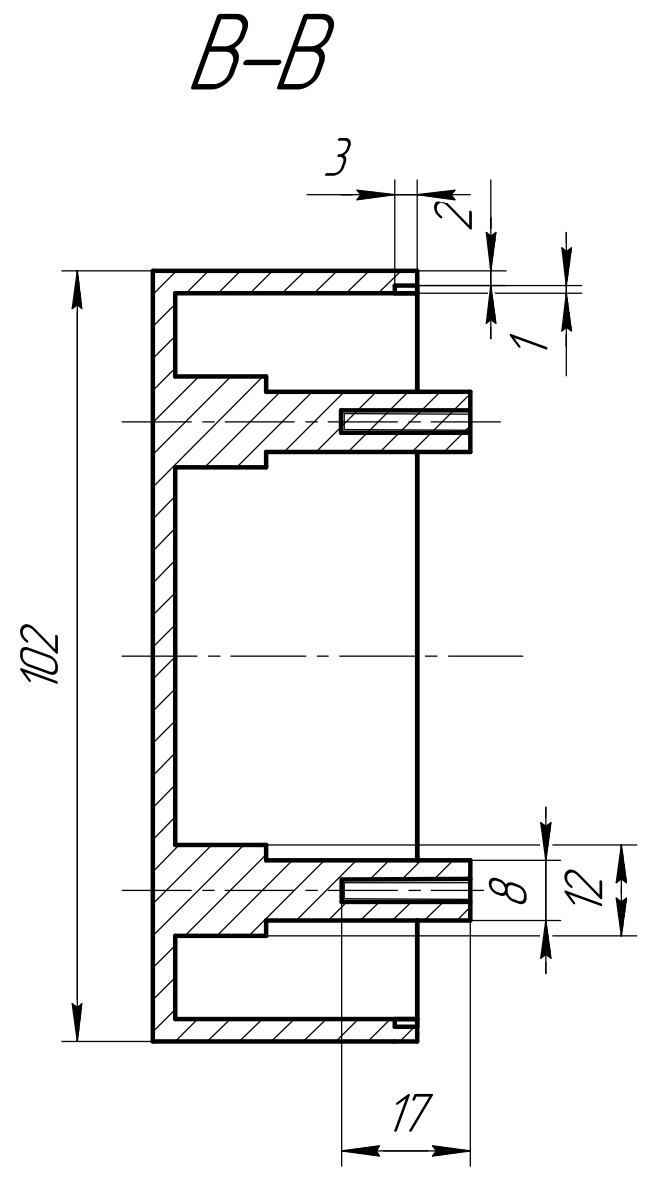
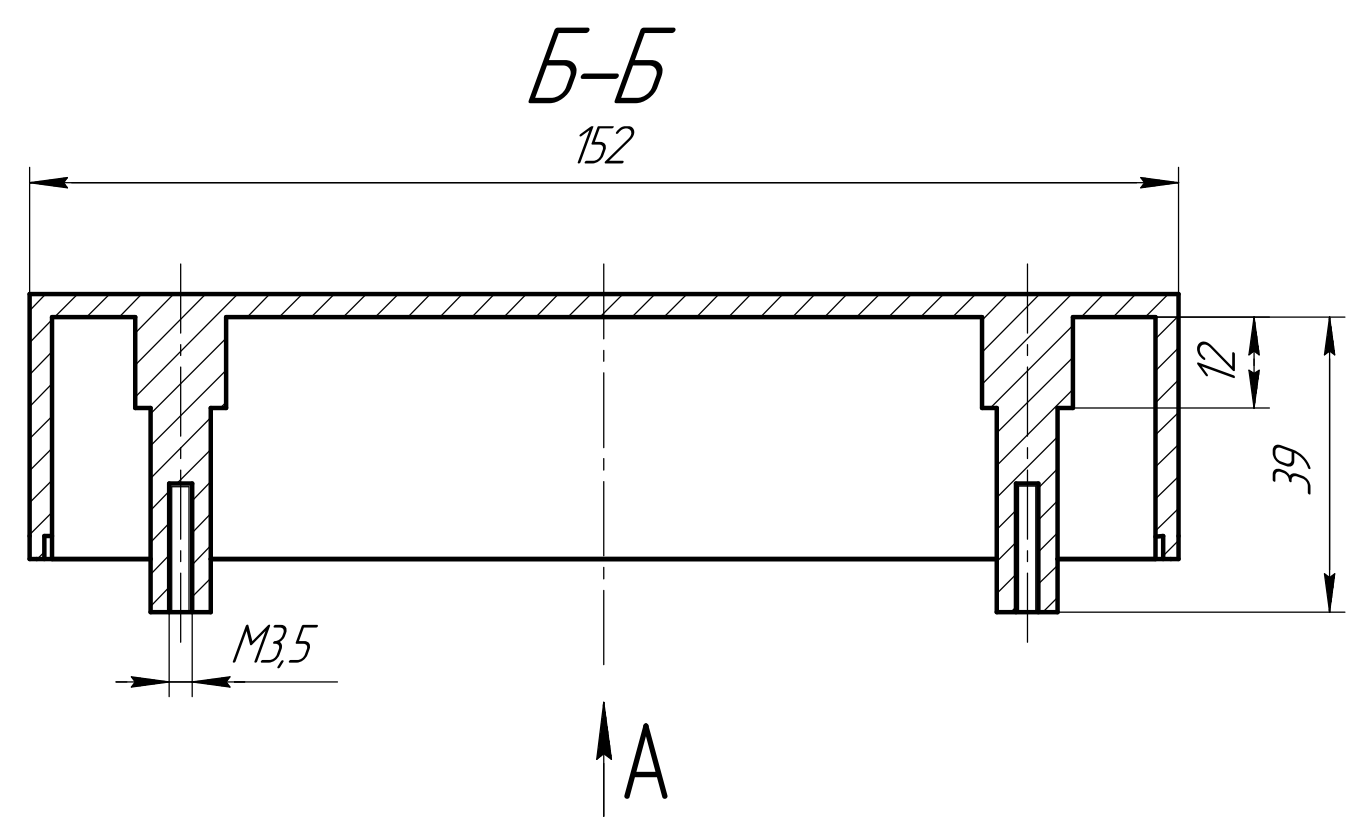
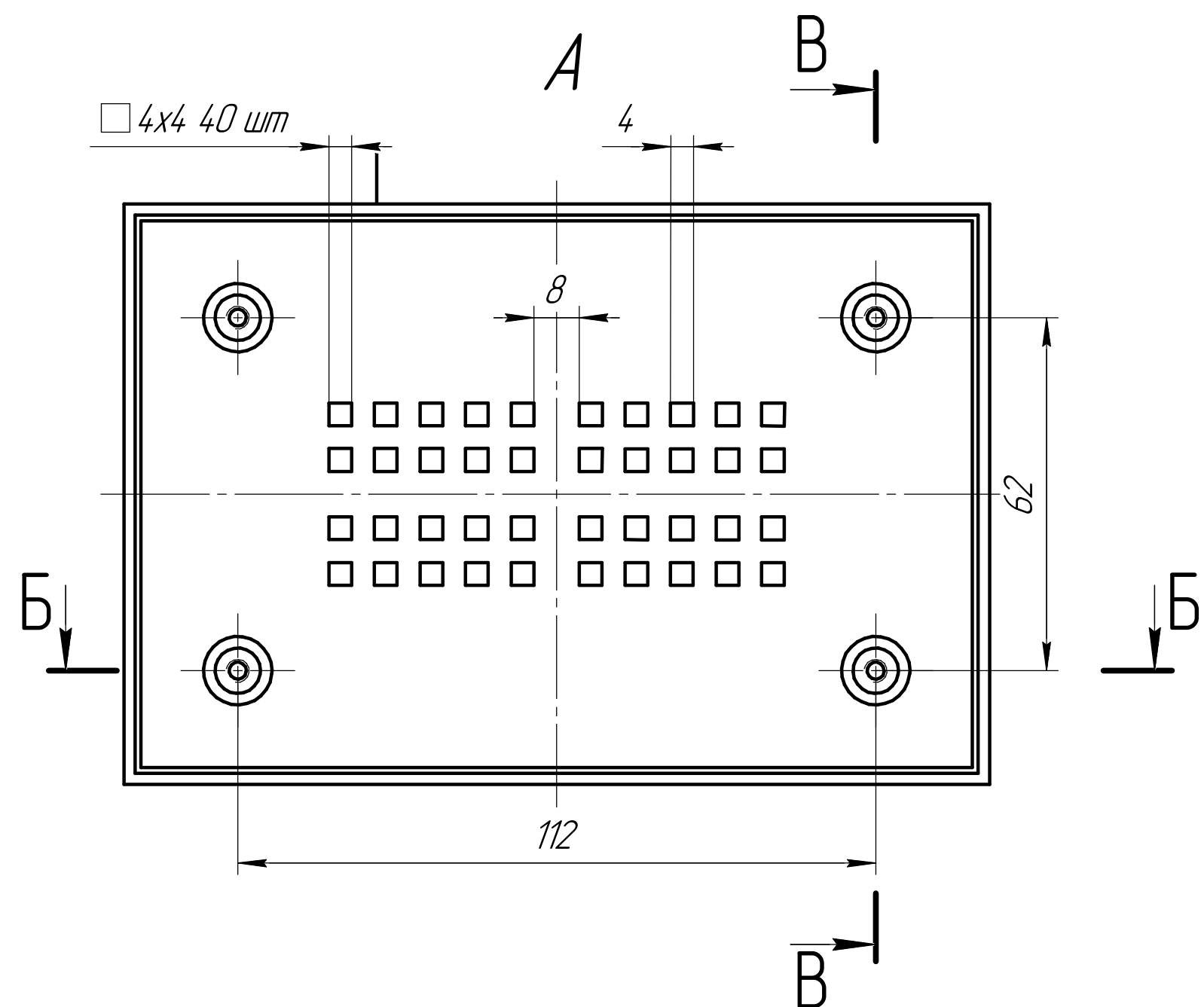
Формула полезной модели

Устройство для контроля концентраций опасных газов, содержащее систему датчиков концентраций опасных газов, усилительно-преобразующее и запоминающее устройства, информационное табло, устройство сигнализации, таймер, систему управления и ЭВМ, отличающееся тем, что в систему датчиков концентраций опасных газов дополнительно включены метеодатчики, соединенные с ЭВМ через усилительно-преобразующее устройство, а также введены датчики координатометрирования, соединенные непосредственно с ЭВМ, а в состав ЭВМ введено сравнивающее устройство, соединенное с блоком значений предельно допустимых концентраций опасных газов и через усилительно-преобразующее устройство с системой датчиков концентраций опасных газов.

ДОДАТОК Г - Алгоритм роботи сигналізатора



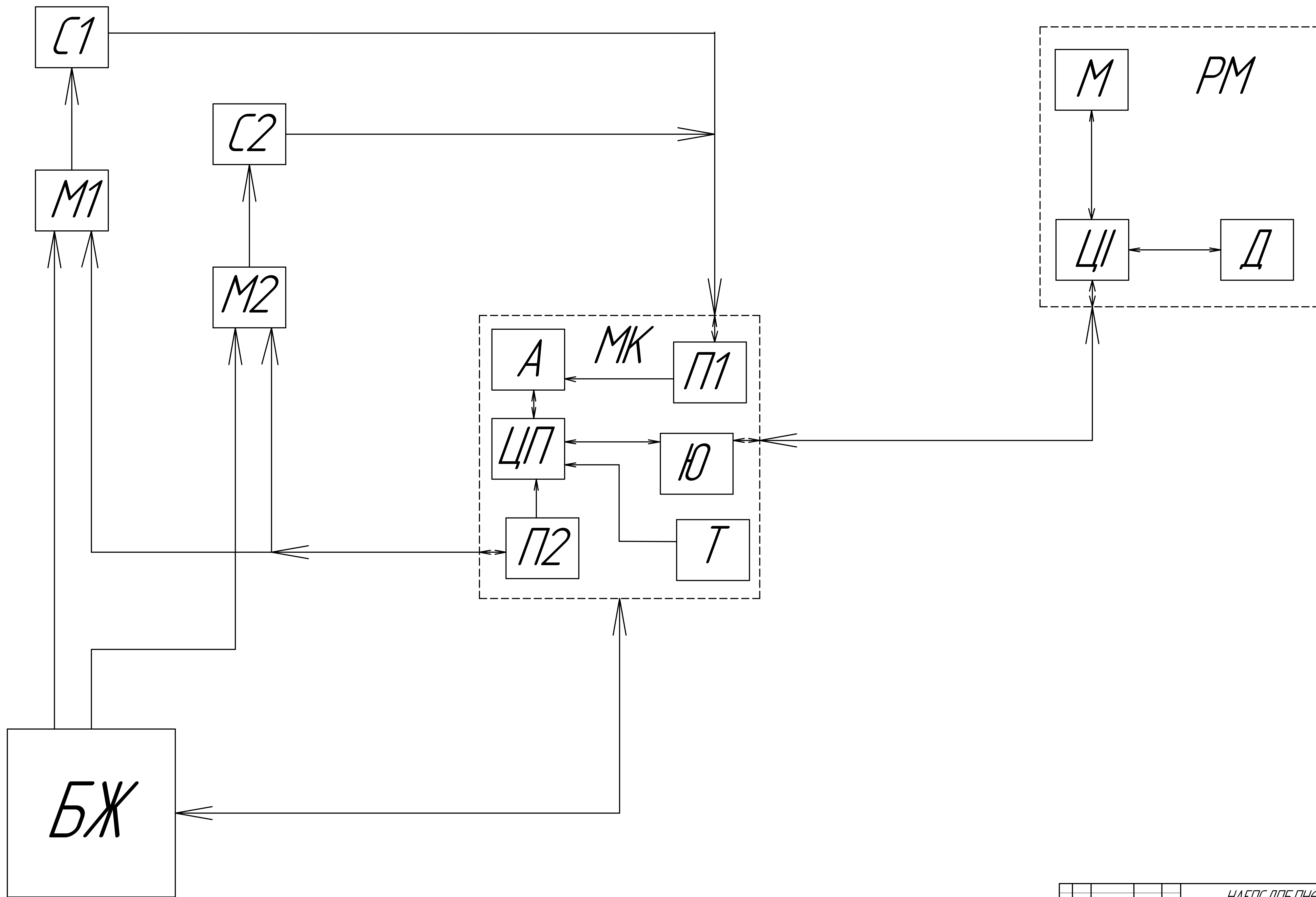




- 1 Розміри для довідок
- 2 Н12 н12 ±t2/2
- 3 Покриття фарба БТ-177 ГОСТ 5631-79

Спроба №	Перв. примен.
Взам. инв. №	Инд. № дідл.
Підп. і дата	Инд. № подл.

НАЕПС.ДП.ПН61.001				Корпус		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Лисенко.					1:1
Проб.	Маркін			Лист	Листов	1
Т.контр.				ПСМ-111 ГОСТ 20282-86		
Н.контр.				ПБФІ		
Утв.				Копировал		
				Формат А2		

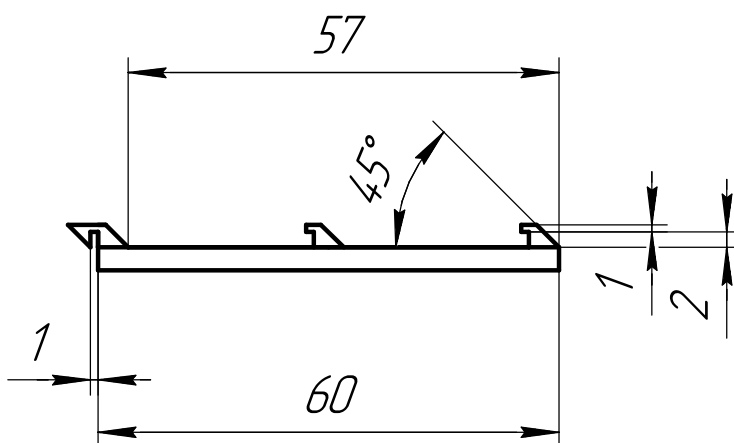
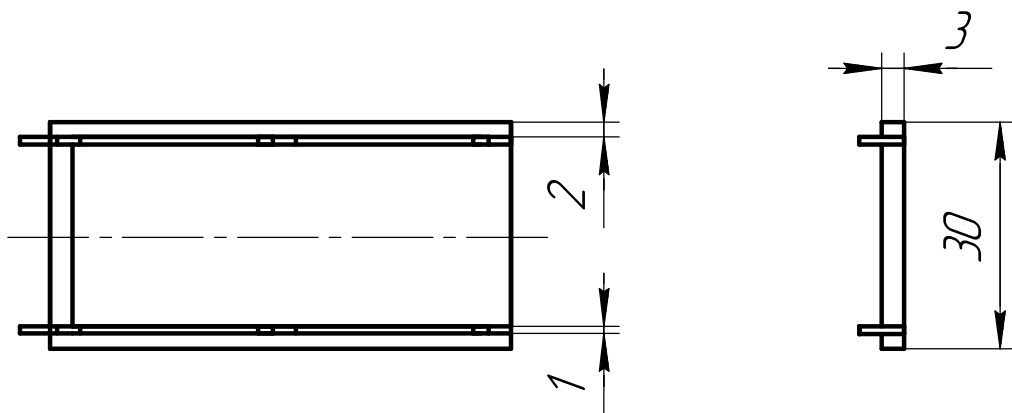


					НАЕПС.ДПБ.ПН6.1.001Е1			
					Схема электрична структурна Схема деления структурная	Лист	Масса	Максимум
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Лисенко							
Проб.	Маркин							
Г.контр.						Лист	Листов	1
Никондр.						ПБФ		
Утв.								



6,3 (✓)

Справ. №



3 Покриття фарба БТ-177 ГОСТ 5631-79

АЕПС.ДП.ПН61.003

Заглушка

ПСМ-111
ГОСТ 20282-86

Лум.	Macca	Macwmao
------	-------	---------

				1:1
--	--	--	--	-----

Луст	Лустов	1
------	--------	---

ПБФ

Формат А4

Копировал

Подн. u dama

ИНВ. № дубл.

ВЗАМ. УНВ. №

Подн. у дана

ИНВ. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Лисенко.		
	Пров.	Маркін		
	Т.контр.			
	Н.контр.			
	Утв.			

